Weitere Beiträge zur Physiologie der Schweißdrüsen und des Schweißes.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Carl Kittsteiner,
Medizinalpraktikant aus Hanau.

Druck von R. Oldenbourg in München.
1913.

Weitere Beiträge zur Physiologie der Schweißdrüsen und des Schweißes.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Carl Kittsteiner,
Medizinalpraktikant aus Hanau.

Druck von R. Oldenbourg in München.
1913.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.
Referent: Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann.

Die vorliegende Arbeit ist die weitere Folge von Untersuchungen über Schweiß, die ich im September 1909 in Würzburg begann und zu denen mich Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann anregte. — Auch jetzt bleiben viele Fragen noch ungeklärt, doch hoffe ich, durch ungefähr 60 neue Versuche, die ich leider alle an mir selbst anstellen mußte, meine früheren Untersuchungen nicht nur stark gestützt sondern auch nach mancher Richtung hin erweitert zu haben. Ich darf wohl mit Recht auf Grund eines Vergleiches der an mir und drei anderen Personen angestellten Versuche, die in der ersten Arbeit[1]) veröffentlicht sind, annehmen, daß man meine neuesten Resultate auch auf die Allgemeinheit ohne wesentlichen Fehler übertragen darf.

Die Schweißsekretion.

Methodik.

Um Schweiß zu erhalten, bediente ich mich meistens nur der Erhöhung der Lufttemperatur. Untersucht wurde diesmal nur der Schweiß der Arme. Ich saß genau wie früher wiederum in einem

1) Arch. f. Hyg. Bd. LXXIII, S. 275—306.

Raum des Instituts, der mit einem Gasofen beliebig geheizt werden konnte. Die Temperatur der Luft in der Nähe des Körpers wurde mit zwei Quecksilberthermometern genau bestimmt. Auch die Wärmestrahlung wurde bestimmt und ist in Tab. I angegeben. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde durch Verdampfen von Wasser im Raum reguliert und mit zwei Haarhygrometern bestimmt. Auch wurde auf regelmäßige Lebensweise geachtet. — Den Schweiß des Armes fing ich in großen Glaszylindern auf, welche mit Hilfe einer Gummimembran an den Arm locker aber doch luftdicht anschlossen. Die Anwendung der Glaszylinder statt des von Schottin[1]) angegebenen Guttaperchabeutels hat sich, wie früher, so auch jetzt gut bewährt.

Der am Boden des Zylinders sich sammelnde Schweiß wurde mit einer durch einen Gummischlauch verlängerten Pipette abgezogen. Der Zylinder läßt sich so fast vollständig entleeren. Es blieben im Maximum nur 0,4 ccm zurück. Es ist also 0,4 die Fehlergrenze für die Angaben der erhaltenen Schweißmengen. Diese sehr geringen zurückbleibenden Mengen werden als konstanter Fehler betrachtet und unberücksichtigt gelassen. Ehe der Arm aus dem Zylinder gezogen wurde, wurden die an der Haut hängenden Tropfen jedesmal gleichmäßig an der Glaswand abgestrichen und die an der Haut noch anhaftende Feuchtigkeit ebenfalls als konstanter Fehler angesehen und weggelassen.

Es sei hier ausdrücklich gesagt, daß die Versuche der vorigen Arbeit (vom 20. XI. 1909 bis 22. III. 1910) alle bei bekleidetem Körper angestellt wurden (Unterkleider, Hemd, Winteranzug, kein Kragen), — eine Angabe, die leider damals vergessen wurde.

Auch die neueren Versuche sind an bekleidetem Körper angestellt; selbstverständlich waren Körperteile, deren Schweiß gerade gesammelt wurde, unbekleidet. — Dagegen sind nun die Versuche vom 10. VI. 1912 an ohne Ausnahme am unbekleideten Körper angestellt.

Ehe ein Schwitzversuch angestellt wurde, wurde in einem kühlen Raum der Arm sorgfältig mit destilliertem Wasser unter

[1]) Arch. f. physiolog. Heilkunde. Bd. 11.

Zuhilfenahme von Wattebäuschen gereinigt und getrocknet. Eine Reinigung mit Seife, Alkohol oder anderen Chemikalien wurde absichtlich vermieden, damit jegliche lokale Hautreizung vermieden wurde.

Wenn bei gewissen Versuchen der Schweiß gleichzeitig vom linken und rechten Arm gesammelt wurde, so lieferte — gleichmäßige Bedingungen für links und rechts vorausgesetzt — der rechte Arm im Mittel 9,63% Schweiß mehr als der linke, was in der größeren Hautoberfläche des stärkeren rechten Armes seine Erklärung findet. In den Tabellen sind natürlich die absolut erhaltenen Mengen angeführt. In den Kurven dagegen ist der Übersichtlichkeit halber diese Differenz von 9,63% in Abzug gebracht, wodurch es besser möglich ist, in den betreffenden Fällen die Drüsentätigkeit rechts und links zu verstehen.

Die Versuche sind ihrer zeitlichen Folge entsprechend in der Generaltabelle (Tab. II) zusammengestellt. Nicht angeführt sind aus äußeren Gründen die Versuche über den Einfluß der Versuchsdauer. Auch fehlen hier einige ganz spezielle Angaben, die besser bei der Besprechung spezieller Verhältnisse gebracht werden.

Tabelle I.

r. F.	Hg-Thermometer		Sonnenthermometer
	unbeschattet	beschattet	
50%	27,5° C	27,4° C	27,9° C
55%	32,5° C	32,2° C	32,9° C
60%	36,0° C	35,8° C	36,6° C
50%	40,0° C	39,0° C	40,8° C
45%	45,0° C	43,8° C	46,2° C

Beziehung der Temperatur zur Sekretionsgeschwindigkeit.

Will man die Bedeutung der Lufttemperatur für die Schweißsekretion beurteilen, so ist es stets notwendig, die relative Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen. Denn eine unregelmäßig schwankende relative Luftfeuchtigkeit läßt einen bestimmten Einfluß der Temperatur nur noch bei groben Temperaturdifferenzen

(Fortsetzung des Textes S. 8).

Tabelle II.

General-Tabelle.

Datum	Versuchsdauer	Zimmer		Lokalbad		Staungsbinde	Schweiß vom linken Arm							Schweiß vom rechten Arm							Bemerkungen
		Luft-Temp.	Feuchtigkeit	Erwärmendes	Abkühlendes		Menge	Spez. Gew.	Azidität	Kochsalz	Stickstoff	Schwefelsäure	Eiweiß	Menge	Spez. Gew.	Azidität	Kochsalz	Stickstoff	Schwefelsäure	Eiweiß	
1909		° C.	%	° C	° C		ccm			%	%	%					%	%	%		Die folgenden Versuche vom bekleideten Körper:
9. XII.	1 Stde.	31	80,7				10,2		1 ccm Schweiß = x ccm $\frac{N}{100}$ NaOH	0,15						1 ccm Schweiß = x ccm $\frac{N}{100}$ NaOH					
1910																					
28. II.	„	36,5	55	immer nur am linken Arm		immer nur am linken Arm	7,0		0,725	0,14											
3. III.	„	36	60				7,0			0,14											
11. III.	„	36	60				7,5			0,13											
12. III.	„	36	60				4,0			0,14											$1^1/_2$ stünd. Versuch berechn. auf 1 Std.
16. III.	„	41	55				9,1			0,10											$^3/_4$ stündig. Versuch berechn. auf 1 Std.
18. III.	„	35,5	60				2,3			0,07											$^1/_2$ stündig. Versuch berechn. auf 1 Std.
22. III.	„	24	50	50			2,3			0,39											
5. XI.	20 Min.	39	50			locker	3,1			0,19											
7. XI.	„	39	50			fest	1,4			0,52											
7. XI.	„	39	50				6,9			0,23	0,04										
12. XI.	„	41	50			fest	1,6			0,63	0,29										
12. XI.	„	41	50				5,7			0,18	0,07										
14. XI.	1 Stde.	19	49	42			nicht bestimmbar														Menge z. Untersuch. nicht ausreichend
18. XI.	„	19	45	50			10,1			0,38	0,11										
19. XI.	20 Min.	40	50			locker	2,9			0,15	0,04										
19. XI.	„	40	50				6,4			0,19											
21. XI.	„	39	50			locker	2,7			0,14	0,07										
21. XI.	„	39	50				3,5			0,13											
28. XI.	1 Stde.	19,5	45	46																	Keinen Schweiß erhalten
29. XI.	„	20	45	54			2,5			0,59	0,33										
2. XII.	„	21	43	53			3,7			0,43	0,17										
3. XII.	20 Min.	41	50			fest	0,9			0,54	0,26										
3. XII.	„	41	50				10,1			0,24	0,03	0,009									
5. XII.	„	40	50		13		3,1			0,03	0,09										
5. XII.	„	40	50				8,0			0,14	0,07	0,014									

9. XII.	20 Min.	41	50				9,9			0,25	0,02			10,3			0,25	0,02			Zur N-Bestimmung Schweiß v. rechts u. links gemischt
10. XII.	,,	41	50		14,5		4,1			0,04	0,06			3,6			0,14	0,09			
15. XII.	1 Stde.	20	50	51,5			2,4			0,53	0,22			4,5			0,08	0,13			
16. XII.	,,	29	50	50			15,3			0,27	0,05	0,005		13,2			0,12	0,08	0,006		
1911																					
21. I.	20 Min.	45	50		3,0		3,9			0,03	0,05			3,8			0,15	0,10			
23. I.	,,	45	50		5,0		5,2			0,04	0,03			6,5			0,20	0,04			
30. I.	,,	44	40				11,0			0,33	0,03	0,007		11,9			0,32	0,03	0,007		Zur N u. H_2SO_4-Bestimm. Schweiß v. r. u. l. gemischt
14. II.	,,	45	45			sehr fest	0,2			0,42											Zahlen wegen zu gering. Menge unsich.
16. II.	,,	44	40		14		5,0			0,03	0,06			5,7			0,13	0,09			
17. II.	1 Stde.	24	60	52			7,9	1,0095		0,36	0,15		keine Spur								
20. II.	20 Min.	42	45			sehr fest	0,2			0,26				7,5		0,5	0,15	0,13		keine Spur	Zahlen v. linken Arm weg. zu gering. Mengen unsicher
22. II.	,,	42	50		13		2,8	1,0006	0,26	0,03	0,18		keine Spur	1,2	1,0078		0,07	0,25		keine Spur	
18. V.	,,	40	50				5,2					0,0066		6,3	1,0023	0,9	0,15				
1. VI.	1 Stde.	19	70	50			4,8		2,30	0,36	0,26			5,6		1,5	0,07	0,17			
24. VII.	20 Min.	40	50				7,7	1,0026	2,00	0,09	0,21										
26. VII.	,,	40	50				8,5	1,0026	0,88	0,09											
28. VII.	,,	38	50				6,5	1,0030	1,08	0,09											
1912																					
8. VI.	1 Stde.	32	55				3,3		1,43	0,13											
10. VI.	20 Min.	39	50				3,7	1,0083 bis 1,0104	0,83	0,10											Versuche alle von hier an am nackten Körper:
11. VI.	,,	39	50				3,5	1,0044	0,79	0,09											
12. VI.	,,	39	50				3,0	1,0032	0,75	0,06											
13. VI.	,,	39	50				2,9	1,0057	0,77	0,08											
14. VI.	,,	39	50				2,6	1,0011	0,83	0,08											
15. VI.	,,	39	50				1,7	1,0106	0,71	0,06											
17. VI.	1 Stde.	27,5	57	51			2,0	1,0138	2,50	0,43			Spur								
18. VI.	,,	28,5	61	51			3,9	1,0059	1,20	0,26			Spur								
19. VI.	,,	40,5	50		19		4,3	1,0015	0,20	0,03			keine Spur								
20. VI.	,,	27,5	60	51			4,2	1,0109	2,70	0,32			keine Spur								
21. VI.	,,	27,5	62				1,7	1,0018	0,70	0,03											
24. VI.	20 Min.	39	52				1,8	1,0035	1,16	0,05											
28. VI.	1 Stde.	20	93	46																	Keinen Schweiß erhalten
28. VI.	20 Min.	39,3	50				2,0		1,80	0,03											Sofort nach vorigem Versuch

(von etwa 10°) erkennen. Aber auch bei konstant gehaltener Luftfeuchtigkeit ist es nicht leicht, eine strikte Beziehung von Temperatur und Drüsentätigkeit aufzustellen. Erhält man doch, wie ich schon früher mitteilte, selbst unter den denkbar gleichmäßigsten Versuchsbedingungen noch Zahlen, die um das Doppelte schwanken können. Schierbeck[1]), der sich zwar weniger mit der Schweißsekretion als mit der Gesamtwasserabgabe der Haut befaßte, hat ähnliche Erfahrungen gemacht; er drückt sich vorsichtig aus: „daß zwischen 30° und 39° die gesamte Wasserausscheidung der Haut so ziemlich proportional der Temperatur anwächst". — Im folgenden sind meine Versuche angeführt, soweit sie geeignet sind, die Frage über die Bedeutung der Temperatur zu beleuchten (Tab. III).

Tabelle III.

Datum	Versuchsdauer	Luft		Menge absolut	Für 20 Min. berechnet	Mittelwert für 20 Min.
		T.	r. F.			
1910		° C	%		ccm	
3. III.	1 Std.	36	60	7,0	1,8	1,6 ccm
11. III.	«	36	60	7,5	2,0	
12. III.	«	36	60	4,0	1,1	
7. XI. Nr. II	20. Min.	39	50	6,9		5,2 ccm
21. XI. Nr. II	«	39	50	3,5		
19. XI. Nr. II	20. Min.	40	50	6,4		7,0 ccm
5. XII. Nr. II	«	40	50	8,0		
1911						
18. V.	«	40	50	5,2		
26. VII.	«	40	50	8,5		
1910						
12. XI. Nr. II	20. Min.	41	50	5,7		8,6 ccm
3. XII. Nr. II	«	41	50	10,1		
9. XII.	«	41	50	9,9		

Wenn man die einzelnen Versuchszahlen ansieht, so ist es unmöglich, ein proportionales Verhältnis von Temperatur und Sekretionsgeschwindigkeit zu erkennen. Nimmt man dagegen Mittelwerte aus mehreren gleichartigen Versuchen, so kommt ein ungefähr proportionales Verhältnis heraus. (Siehe Fig. 1.)

[1]) Arch. f. Hyg. Bd. 16.

Zunahme der Sekretionsgeschwindigkeit mit der Temperatur bei sonst gleichen Versuchsbedingungen. (Versuchsdauer 20 Min., r. F. 50%.)

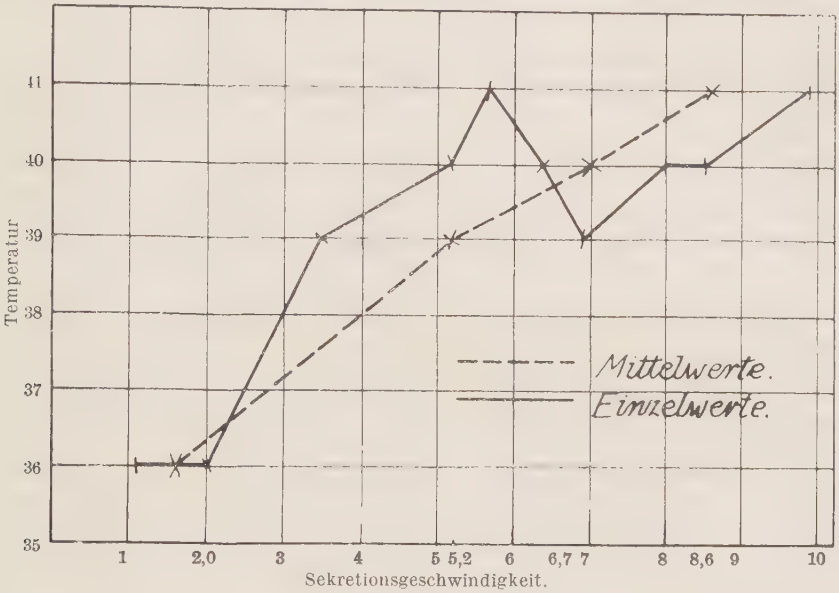


Fig. 1.

Alle hier angeführten Zahlen beziehen sich auf den bekleideten Körper. Zu bemerken ist noch, daß hier Versuche von einstündiger Dauer mit solchen von nur 20 Minuten kombiniert sind; diese einstündigen Versuche sind auf die Zeit von 20 Minuten berechnet worden, was nur mit Hilfe meiner Versuche über die Versuchsdauer (siehe S. 28) möglich geworden ist.

Vergleichen wir nun unsere Resultate mit den Literaturangaben, welche sich auf die Hautwasser d a m p f abgabe bzw. auf die Gesamtwasserabgabe beziehen, so finden wir keinen großen Unterschied. Ungleichmäßige Versuchszahlen erhielt auch R u b n e r, als er Beziehungen zwischen Temperatur und Wasserdampfabgabe aufstellte (vgl. z. B. die Tabellen Arch. f. Hyg. XI, S. 189 bis 191). S c h i e r b e c k s[1]) Zahlen weisen noch größere Schwankungen auf. Das ist auch leicht zu verstehen, denn — wie R u b n e r[2]) sagt — die Hautwasserabgabe folgt eben nicht einfach

1) l. c.

2) Arch. f. Hyg. XI, 181 u. 187.

physikalischen Gesetzen, sondern sie ist eine Funktion des wärmeregulierenden Apparates. Und dasselbe gilt für die Schweißsekretion. Weil man eben nie ganz gleichmäßige Versuchsbedingungen herstellen kann, da man ja die Vorgänge im Organismus nicht beherrscht, erhält man schwankende Versuchszahlen, deren Fehler aber durch Ausrechnung von Mittelwerten verbessert werden können. — Die Autoren fanden nun, daß bei Erhöhung der Lufttemperatur von 15° bis 20° an aufwärts die Wasserabgabe der Haut fortwährend zunimmt, ungefähr Hand in Hand gehend mit der Temperatur. In dieses allgemeinere Gesetz fügen sich die spezielleren für die Schweißsekretion gefundenen Tatsachen zwanglos ein.

Dasselbe läßt sich sagen bei Betrachtung der Beziehungen der relativen Luftfeuchtigkeit und der Muskelarbeit zur Schweißsekretion (siehe Arch. f. Hyg. Bd. LXXIII, S. 281). Bei sonst gleichen Bedingungen nahm die Schweißsekretion zu, wenn die relative Luftfeuchtigkeit gesteigert oder wenn Muskelarbeit geleistet wurde. (Vgl. übrigens Druckfehlerberichtigung S. 54.)

Einfluß der Kleidung.

Ein Teil meiner Versuche ist bei bekleidetem, ein anderer Teil bei unbekleidetem Körper ausgeführt. Ich bin deshalb imstande, auch über den Einfluß der Kleidung etwas zu sagen.

Rubner[1]) zeigte, daß die Behaarung eines Tieres analog der menschlichen Kleidung den Wärmeverlust stark herabsetzt und bei hohen Temperaturen ein Hindernis für die Wasserabgabe ist. Ein Hund gab bei 20° C behaart dasselbe Wasserquantum ab wie bei 25° C nachdem er geschoren war. Nach Schierbeck[2]) gibt ein nackter Mensch bei 36° C annähernd dasselbe Wasserquantum ab wie ein bekleideter bei 32° C.

Die folgende Tabelle bringt meine eigenen Versuche.

Wenn auch in dieser Tabelle die vier letzten Versuche am bekleideten Körper eine etwas höhere Lufttemperatur aufweisen, so ist doch der Unterschied den anderen Versuchen gegenüber

1) Arch. f. Hyg. Bd. XI, S. 220.
2) l. c.

Tabelle IV.

Datum	Luft		Menge vom nackten Arm in 20 Min.	Bemerkungen		
	Temp.	r. F.				
	° C	%	ccm			
7. XI. 1910	39	50	6,9	bekleidet	Mittel 5,6	Gesamt-Mittel 6,4 ccm
21. XI.	39	50	3,5			
28. VII. 1911	38	50	6,5			
19. XI. 1910	40	50	6,4		Mittel 7,0	
18. V. 1911	40	50	5,2			
24. VII.	40	50	7,7			
26. VII.	40	50	8,5			
10. VI. 1912	39	50	3,7	unbekleidet	Mittel 2,7 ccm	
11. VI.	39	50	3,5			
12. VI.	39	50	3,0			
13. VI.	39	50	2,9			
14. VI.	39	50	2,6			
15. VI.	39	50	1,7			
24. VI.	39	52	1,8			
28. VI.	39	50	2,0			

so gering, daß man diese vier Versuche ruhig zum Vergleich mit heranziehen kann. Auf alle Fälle beweisend sind aber die drei oberen Versuche. Man sieht deutlich aus der Tabelle, daß bei höheren Temperaturen (von ca. 40° C und 50% r. F.) der unbekleidete Körper etwa nur halb so viel Schweiß produziert als der bekleidete.

Starke Schwankungen der Sekretionsgeschwindigkeit bei gleichen Versuchsbedingungen. — Abnahme der Sekretionsgeschwindigkeit bei gleichem Reiz.

Wie früher so erhielt ich auch bei meinen jetzigen Versuchen unter den gleichmäßigsten Versuchsbedingungen ganz ungleiche Schweißmengen. Ich halte das für so wichtig, daß ich diese Versuche im folgenden ziemlich eingehend bringe. Einige Versuche aus meiner früheren Arbeit bringe ich dabei hier noch einmal. Die Versuche beziehen sich, soweit nicht anders bemerkt ist, auf den bekleideten Körper:

Tabelle V.

Datum	Luft		Versuchsdauer	Schweißmenge vom linken Arm
	Temp.	r. F.		
	° C	%		ccm
3. III. 1910	36	60	1 Std.	7,0
11. III.	36	60	«	7,5
12. III.	36	60	«	4,0
7. XI. 1910	39	50	20 Min.	6,9
21. XI.	39	50	«	3,5
19. XI. 1910	40	50	20. Min.	6,4
5. XII.	40	50	«	8,0
18. V. 1911	40	50	«	5,2
24. VII.	40	50	«	7,7
26. VII.	40	50	«	8,5
12. XI. 1910	41	50	20 Min.	5,7
3. XII.	41	50	«	10,1
9. XII.	41	50	«	9,9

Auch an anderen Personen schwankten bei den gleichmäßigsten Versuchsbedingungen die Beträge sehr erheblich:

Tabelle VI.

cand. med. H. D.

Datum	Luft		Versuchsdauer	Schweißmenge vom linken Arm
	Temp.	r. F.		
	° C	%		ccm
25. II. 1910	40	60	1 Std.	1,2
26. II.	40	60	«	1,5

Tabelle VII.

cand. med. Sche.

Datum	Luft		Versuchsdauer	Schweißmenge vom linken Arm
	Temp.	r. F.		
	° C	%		ccm
22. II. 1910	40,5	60	1 Std.	8,5
1. III.	40	60	«	5,0

Die Zahlen der nun folgenden Tabelle sind am nackten Körper gewonnen, sonst aber unter gleichen Versuchsbedingungen ausgeführt und wieder an mir gewonnen.

Tabelle VIII.

Datum	Luft		Versuchsdauer	Schweißmenge vom linken Arm
	Temp.	r. F.		
	° C	%		ccm
10. VI. 1912	39	50	20 Min.	3,7
11. VI.	39	50	«	3,5
12. VI.	39	50	«	3,0
13. VI.	39	50	«	2,9
14. VI.	39	50	«	2,6
15. VI.	39	50	«	1,7
24. VI.	39	52	«	1,8
28. VI.	39,3	50	«	2,0

Aus dieser letzten Tabelle kann man übrigens noch mit großer Wahrscheinlichkeit entnehmen, daß bei täglich aufeinanderfolgenden Versuchen die Sekretionsgeschwindigkeit bei gleichem Reiz immer mehr abnimmt, was sich aus einer allmählichen Gewöhnung des Organismus an dieselben Verhältnisse erklären dürfte.

Eine Erklärung für die oben demonstrierte Ungleichmäßigkeit der Schweißsekretion zu finden, ist mir nicht gelungen. Man kann eben nur sagen, daß diese „denkbar gleichmäßigen Versuchsbedingungen“ offenbar in Wirklichkeit gar nicht so gleichmäßig sind, wie es scheint, denn die Schweißsekretion ist eben ein äußerst komplizierter Vorgang, der, wie wir sehen, von sehr vielen Faktoren abhängig ist, welche wir nicht immer voll beurteilen können. Das können wir sicher z. B. nicht bei der Beurteilung des körperlichen Zustandes, und mit solchen für uns teilweise nicht erklärbaren Vorgängen im Organismus selber hängt die Schweißsekretion sicher auch noch zusammen.

Über praktische Mengenverhältnisse ist schon früher (Arch. f. Hyg. Bd. LXXIII, S. 288) berichtet worden.

Salze und andere feste Bestandteile im Schweiß.[1])

Der Kochsalzgehalt.

Kochsalz ist immer im Schweiß vorhanden, wenn auch die Menge desselben sehr verschieden ist, je nach der Methode, nach welcher Sekretion hervorgerufen wird. Nach Untersuchungen von Schwenkenbrecher und Spitta[2]) laufen den Schwankungen des Kochsalzgehaltes die des Harnstoffes und der Gesamtkonzentration im allgemeinen parallel. Es gibt also die Kochsalzbestimmung, die noch in den kleinsten Schweißmengen mit Leichtigkeit auszuführen ist, einen recht brauchbaren Aufschluß über das allgemeine Verhalten anderer Salze und der Konzentration.

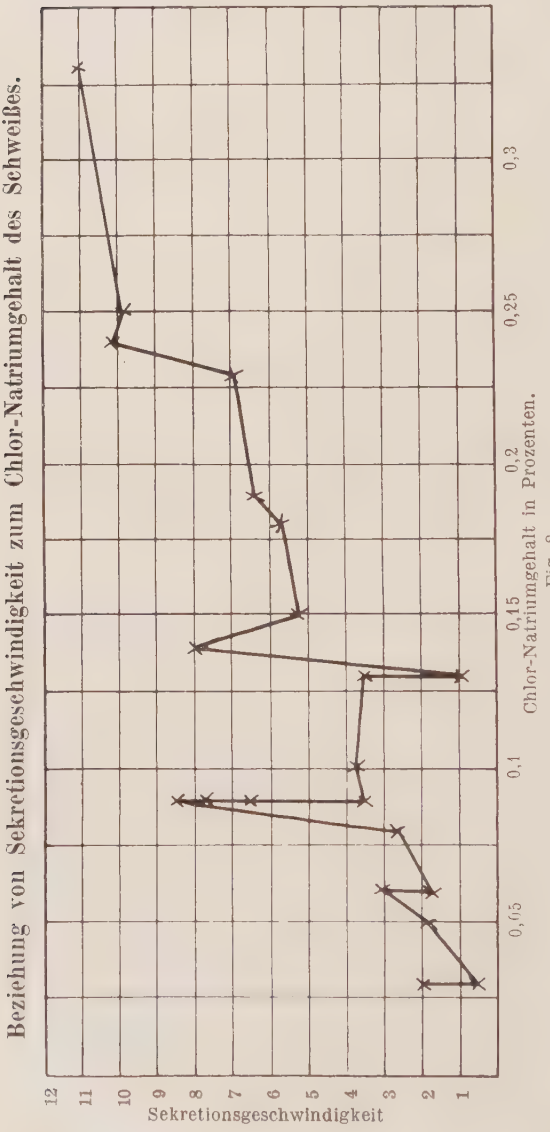


Fig. 2.

1) Die folgenden Mitteilungen beziehen sich soweit nicht anders bemerkt, alle auf gewöhnliche Schwitzversuche, bei denen also der ganze Körper sich in erwärmter Luft befindet.

2) Arch. f. experim. Pharmakol. Bd. 56.

Tabelle IX.

Datum	Luft		Schweiß vom Arm	
	Temp.	r. F.	Menge in 20 Min.	Kochsalz
	°C	%	ccm	%
21. VI. 1912	27,5	62	0,5	0,03
8. VI.	32	50	0,9	0,13
15. VI.	39	50	1,7	0,06
24. VI.	39	52	1,8	0,05
28. VI.	39,3	50	2,0	0,03
14. VI.	39	50	2,6	0,08
13. VI.	39	50	2,9	0,08
12. VI.	39	50	3,0	0,06
21. XI. 1910	39	50	3,5	0,13
11. VI. 1912	39	50	3,5	0,09
10. VI.	39	50	3,7	0,10
18. V. 1911	40	50	5,2	0,15
12. XI. 1910	41	50	5,7	0,18
19. XI.	40	50	6,4	0,19
28. VII. 1911	38	50	6,5	0,09
7. XI. 1910	39	50	6,9	0,23
24. VII. 1911	40	50	7,7	0,09
5. XII. 1910	40	50	8,0	0,14
26. VII. 1911	40	50	8,5	0,09
9. XII. 1910	41	50	9,9	0,25
3. XII.	41	50	10,1	0,24
30. I. 1911	44	40	11,0	0,33

Ich bediente mich zur Chlorbestimmung der Titrationsmethode von M o h r und titrierte den Schweiß mit einer Silbernitratlösung, von der 1 ccm einem Milligramm Chlor entsprach. Die gefundenen Chlorwerte wurden dann auf Kochsalz berechnet.

Bei Abfassung meiner ersten Arbeit fand ich, d a ß m i t d e r S e k r e t i o n s g e s c h w i n d i g k e i t d e r K o c h s a l z g e h a l t d e s S c h w e i ß e s z u n i m m t, wodurch sich die verschiedenen teilweise widerspruchsvollen Kochsalzwerte der Literatur erklären dürften.

Auch aus meinen diesmaligen Versuchen geht wieder diese Beziehung mit Bestimmtheit hervor. (Tab. IX.)

Noch deutlicher sieht man die Beziehung aus der Kurve Fig. 2, welche diese Zahlen graphisch darstellt.

Daß die Kurve flacher ist als die erste, die ich veröffentlichte, liegt daran, daß diese neuesten Versuche im Gegensatz zu den einstündigen früheren — alle nur 20 Minuten dauerten. Daß die beiden Kurven Schwankungen und Unregelmäßigkeiten aufweisen, wird niemanden verwundern, der oben gelesen hat, welch verschiedene Schweißmengen man selbst unter den gleichmäßigsten Bedingungen erhält.

Bemerkt sei noch, daß die eben angeführten Versuche teils am unbekleideten, teils am bekleideten Körper ausgeführt sind. Einige sind aus einstündigen Versuchen auf 20 Minuten berechnet, wie man aus einem Vergleich der Tab. IX mit der Generaltabelle sieht.

Trotz einiger Unregelmäßigkeiten der Kurve geht aus ihr deutlich hervor, daß mit zunehmender Sekretionsgeschwindigkeit der prozentuale Kochsalzgehalt des Schweißes zunimmt.

Durch diese Beziehung kann man nun alle scheinbar so widerspruchsvollen Angaben der verschiedenen Autoren erklären:

Sehr profuse Schweiße erhält man durch heiße Vollbäder, Heißluftbäder und elektrische Lichtbäder. Infolgedessen erhielten auch Cramer[1]), Harnack[2]) und Spitta[3]), die Vollbäder (35 bis 40° C) benutzten, und Camerer[4]) jun., Brieger und Distelhorst[5]), die das elektrische Lichtbad (50 bis 60° C) benutzten, ferner Strauß[6]), Ardin-Delteil[7]), die das totale Heißluftbad (65 bis 73° C) anwandten, hohe Kochsalzwerte und also auch hohe Konzentration, während hingegen Schottin[8]) bei Sommerspaziergängen geringe Schweißmengen erhielt und geringe Salzmengen fand, was mit meinen Versuchen, soweit sie mit geringer Sekretionsgeschwindigkeit verbunden sind, über-

1) Arch. f. Hyg. Bd. X.
2) Nagel, Handb. d. Physiolog. d. Menschen, Braunschweig 1906.
3) Arch. f. Hyg. Bd. 36.
4) Z. f. Biologie Bd. 41.
5) D. med. Wochenschrift Bd. 29.
6) D. med. Wochenschrift Bd. 30.
7) Malys Jahresberichte Bd. 30.
8) l. c.

einstimmt. Schwenkenbecher und Spitta[1]) untersuchten sehr profuse Schweiße, wie sie z. B. bei Morb. Basedowii auftreten, und fanden eine ziemlich große Kochsalzausscheidung.

Über praktische Mengenverhältnisse auch von den verschiedenen Körperteilen ist schon früher berichtet worden. Hervorgehoben sei noch einmal, daß der Kochsalzgehalt des Schweißes meistens viel zu hoch angenommen wird, weil eben die meisten Forscher immer sehr profuse Sekretion erregten. Der mittlere Kochsalzwert von Tab. IX ist 0,13%.

Die von mir oben angegebenen Werte beziehen sich fast alle auf mäßiges Schwitzen. Und solche Zahlen sind für kleidungshygienische Untersuchungen wohl geeigneter als Zahlen, die bei heißen Bädern usw. gewonnen wurden. So sind z. B. Cramers aus dem Chlor in der Kleidung berechnete Schweißmengen um so mehr zu klein, je kleiner die von ihm bestimmten absoluten Chlormengen waren, und nur da annähernd richtig, wo es sich um starkes Schwitzen handelt.

Die Schwefelsäure.

Von mineralischen Stoffen habe ich außer dem Chlor noch die Gesamtschwefelsäure in einigen Schweißen bestimmt. Hierzu bediente ich mich der gewöhnlichen maßanalytischen Methode, die kunstgerecht unter Bedeckung der Gefäße beim Kochen ausgeführt wurde. Das gefundene Baryumsulfat wurde auf Schwefelsäure umgerechnet.

Im Schweiß ist nur wenig Schwefelsäure enthalten, man findet Ätherschwefelsäure und Sulfatschwefelsäure, die sich nach Kast[2]) wie 1:12 verhalten. Kast fand 0,05%, Harnack[3]) fand 0,05 bis 0,06% H_2SO_4 (bei 0,52% NaCl!).

Auch fand ich nur geringe Schwefelsäurewerte, welche ich im folgenden mitteile:

1) l. c.
2) Z. f. physiolog. Chem. Bd. 11, S. 505.
3) Fortschritte der Medizin 1893, S. 91.

Tabelle X.

Datum	Luft		Schweiß vom linken Arm		Bemerkungen
	Temp.	r. F.	Menge in 20 Minuten	Schwefelsäure	
	° C	%	ccm	%	
3. XII. 1910	41	50	10,1	0,009	
5. XII.	40	50	8,0	0,014	
16. XII.	29	50	15,3	0,005	Linker Arm Lokalbad von 50° C.
30. I. 1911	44	40	11,0	0,007	V. recht. Arm Menge 11,9; H_2SO_4 0,007
18. V.	40	50	5,2	0,0066	

Die Zahlen genügen nicht, um irgendwelche Beziehungen feststellen zu können. Im Mittel erhielt ich etwa 0,008% Schwefelsäure bei meinen Versuchen.

Daß die anderen Autoren so große Werte erhielten, liegt an der Methodik: Ein Mann wurde in einen heißen Raum gebracht, dort in eine Zinkwanne gestellt, in der sich der ablaufende Schweiß sammelte. Der Versuch dauerte mindestens ½ Stunde.

Es ist klar, daß infolge Verdunstung bei diesem primitiven Verfahren die Konzentration des Schweißes zu hoch wird. Außerdem erhält man leicht Schwefelsäure aus den schwefelhaltigen Gasen der Gasflammen.

Der Gesamtstickstoff.

Wichtiger als Schwefelsäurebestimmungen sind Stickstoffbestimmungen im Schweiß. Dieselben sind auch für Stoffwechseluntersuchungen von Bedeutung, denn — wie schon Cramer[1]) betont — es kann ein ziemlich bedeutender Teil des Stickstoffs auch durch die Haut ausgeschieden werden. Der Stickstoff kommt zum größten Teil im Schweiß als Harnstoff zur Ausscheidung, und dieser ist von mehreren Autoren bestimmt worden. Argutinsky[2]) gibt 0,16 bis 0,12%, im Mittel 0,14%, Harnack[3]) 0,12% an. Camerer[4]) fand 0,05%. Nach ihm kommen 34%

1) l. c.
2) Pflügers Arch. Bd. 46, S. 594.
3) l. c.
4) Z. f. Biologie Bd. 41.

des Gesamtstickstoffes auf Harnstoff und 8% auf Ammoniakstickstoff. Bei Cramer[1]) machen beide zusammen ¾ des Gesamtstickstoffs aus. Strauß[2]) fand den Harnstoff-Stickstoff meist etwas weniger als die Hälfte des Gesamtstickstoffs betragend. Schwenkenbecher und Spitta[3]) fanden die durch die Haut ausgeschiedenen Kochsalz- und Gesamtstickstoffmengen als annähernd gleich groß. Sie betragen beim gesunden im Bett liegenden Menschen ⅓ g in 24 Stunden.

Meine Untersuchungen beziehen sich nur auf den Gesamtstickstoff, der nach Kjeldahl in der bekannten Weise bestimmt wurde.

Die Tab. XI bringt meine Stickstoffbestimmungen, soweit sie nicht von Lokalbadversuchen usw. stammen:

Tabelle XI.

Datum	Luft		Schweiß vom linken Arm in 20. Min.	
	Temp.	r. F.	Menge	Gesamt-Stickstoff
	°C	%	ccm	%
21. XI. 1910	39	50	3,5	0,07
12. XI.	41	50	5,7	0,07
19. XI.	40	50	6,4	0,04
7. XI.	39	50	6,9	0,04
5. XII.	40	50	8,0	0,07
9. XII.	41	50	9,9	0,02
3. XII.	41	50	10,1	0,03
30. I. 1911	44	40	11,0	0,03

Auch diese Tabelle weist zu wenig Versuche auf, als daß man mit Bestimmtheit Gesetze daraus ableiten könnte. Man könnte allenfalls vermuten, daß mit der Sekretionsgeschwindigkeit der prozentuale Gesamtstickstoff im Schweiß abnimmt.

Im Mittel erhielt ich bei 40° C 50% r. F. wie Camerer, 0,05% N. — Dieser Wert ist etwas niedrig im Vergleich zu den

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.

Angaben anderer Autoren. Das kann einmal daher kommen, daß meine Schweißmengen nur vom Arm, die der anderen Untersucher vom ganzen Körper stammen. Dann halte ich es aber auch für gar nicht ausgeschlossen, daß bei dem vom ganzen Körper stammenden Schweiß eine Verdunstung stattgefunden hat (vgl. S. 18).

Daß nicht zufällig etwa der von mir stammende Schweiß besonders salzarm ist, beweist ein Vergleich mit dem Schweiß von drei anderen Personen (vgl. dieses Archiv Bd. 73, S. 299).

Beziehungen der festen Stoffe des Schweißes zueinander.

Die spärlichen Bemerkungen der Literatur über das Mengenverhältnis von Kochsalz zu Stickstoff und von Harnstoff zum Gesamtstickstoff sowie von Ätherschwefelsäure zu Sulfatschwefelsäure sind oben bei den betreffenden Kapiteln mitgeteilt worden. Man findet wohl deshalb so wenig vergleichende Angaben, weil zu wenig Analysen vorhanden sind.

Die Versuche, bei denen ich Gelegenheit hatte, verschiedene Stoffe im Schweiß gleichzeitig zu bestimmen, sind auch bei mir nur in geringer Zahl vorhanden.

Sie beziehen sich auf Kochsalz, Gesamtstickstoff und Schwefelsäure und sind in der folgenden Tabelle XII angeführt:

Tab. XII.

Datum	Luft		Schweiß vom linken Arm in 20 Minuten			
	Temp.	r. F.	Menge	Kochsalz	Stickstoff	Schwefelsäure
	° C	%	ccm	%	%	%
7. XI. 1910	39	50	6,9	0,23	0,04	
12. XI.	41	50	5,7	0,18	0,07	
19. XI.	40	50	6,4	0,19	0,04	
21. XI.	39	50	3,5	0,13	0,07	
3. XII.	41	50	10,1	0,24	0,03	0,009
5. XII.	40	50	8,0	0,14	0,07	0,014
9. XII.	41	50	9,9	0,25	0,02	
30. I. 1911	44	40	11,0	0,33	0,03	0,007
18. V.	40	50	5,2	0,15		0,007

Die Versuche sind gewöhnliche Schwitzversuche, bei denen der ganze Körper erwärmt wurde. Der Körper war bekleidet.

Zu einem Vergleich dieser Zahlen ist die graphische Darstellung derselben fast unentbehrlich. Sie ist in Fig. 3 und 4 zu sehen.

Beziehungen von Sekretionsgeschwindigkeit, Chlornatrium- und Stickstoffgehalt.

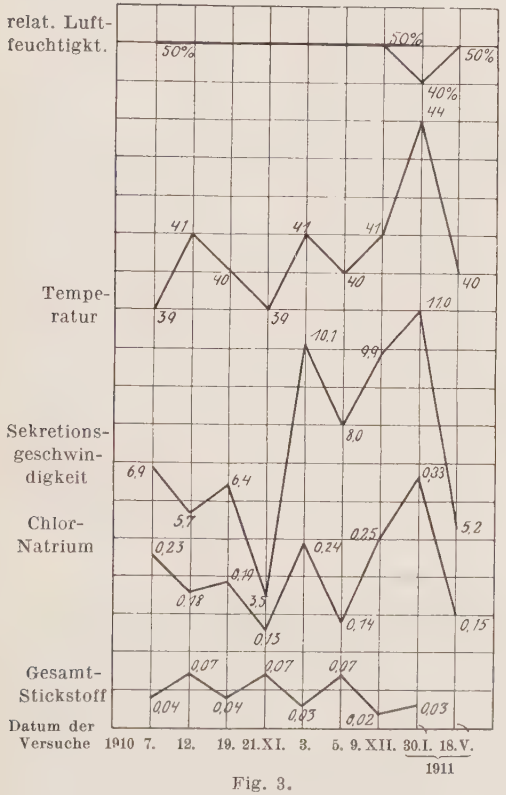


Fig. 3.

Beziehungen von Sekretionsgeschwindigkeit, Chlornatrium, Stickstoff und Schwefelsäure.

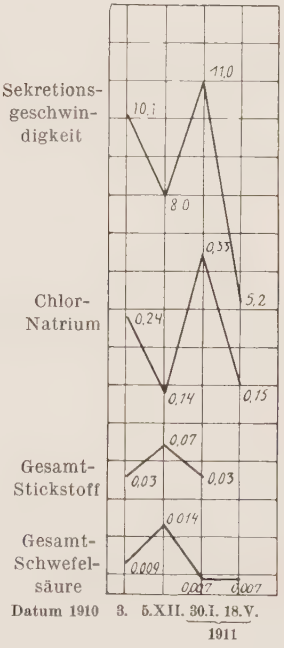


Fig. 4.

Man beachte wohl, daß wegen ihrer geringen Menge in Fig. 4 die Schwefelsäurekurve in zenhmal größerem Maßstab als die andern Kurven gezeichnet ist!

Aus den Kurven sieht man leicht, daß

1. Kochsalzgehalt und Sekretionsgeschwindigkeit parallel laufen,

2. Gesamtstickstoff und Kochsalzgehalt umgekehrt laufen, und daß endlich

3. die Schwefelsäurekurve der des Stickstoffs parallel laufen dürfte.

Jetzt kann man auch leicht verstehen, daß zwei Schweiße von demselben spezifischen Gewicht oder derselben Konzentration ganz verschiedene Werte von den einzelnen Salzen aufweisen können, da sich die Schwankungen der verschiedenen Salze kompensieren können.

Der Befund, daß die Schwankungen des Kochsalzes und des Stickstoffs entgegengesetzt laufen, was ja nur für Schweiße mit gleicher oder wenig schwankender Konzentration gilt, hat gar nichts zu tun mit der Angabe von Schwenkenbecher und Spitta[1]), daß im allgemeinen mit dem Kochsalzgehalt der Stickstoffgehalt steigt oder sinkt. Diese Angabe bezieht sich auf Schweiße von sehr verschiedener Konzentration und groben Unterschieden im Kochsalzgehalt. Und wenn ich z. B. die Kochsalz- und Stickstoffwerte meiner Versuche mit starker Erwärmung und mit starker Abkühlung derselben Hautpartie miteinander vergleiche (siehe S. 34 und 37) (wobei ich prinzipiell die gleichen Verhältnisse habe wie Schwenkenbecher und Spitta), dann komme ich zu demselben Resultat wie diese Forscher, wie wir später sehen werden.

Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht des Schweißes ist beim Menschen sehr verschieden. Hammarsten[1]) gibt an, daß es zwischen 1,001 und 1,010 schwankt. Auch ich fand sehr verschiedene Werte. Im allgemeinen kann man sagen, daß Schweiße mit sehr hoher Konzentration, wie sie z. B. beim erwärmenden Lokalbad (siehe später) erhalten werden, auch ein hohes spezifisches Gewicht haben und umgekehrt. Eine Beziehung zur Sekretionsgeschwindigkeit besteht nicht. Im folgenden sind die spezifischen Gewichte, die bei gewöhnlichen Schwitz-

1) l. c.

1) Physiolog. Chemie, Wiesbaden 1904, S. 604.

versuchen gefunden wurden, angeführt (siehe auch die Generaltabelle S. 6 und vgl. S. 35).

Die spezifischen Gewichte wurden mit dem Pyknometer auf der analytischen Wage festgestellt.

Im Mittel erhielt ich bei 38° C 50% r. F. ein spezifisches Gewicht von 1,0046.

Tab. XIII.

Datum	Luft		Schweiß vom linken Arm in 20 Min.		
	Temp.	r. F.	Menge	Kochsalz	Spez.-Gew.
	°C	%	ccm	%	
10. VI. 1912	39	50	3,7	0,10	1,0104
11. VI.	39	50	3,5	0,09	1,0044
28. VII. 1911	38	50	6,5	0,09	1,0030
26. VII.	40	50	8,5	0,09	1,0026
13. VI. 1912	39	50	2,9	0,08	1,0057
14. VI.	39	50	2,6	0,08	1,0011
15. VI.	39	50	1,7	0,06	1,0106
12. VI.	39	50	3,0	0,06	1,0032
24. VI.	39	52	1,8	0,05	1,0035
21. VI.	27,5	62	1,7	0,03	1,0018

Eiweiß.

Nach Gaube[1]) und Neumeister[2]) kommen regelmäßig im Schweiß des Menschen Spuren von Eiweiß vor. Wird dagegen die Schweißsekretion über die Norm angeregt, so tritt mehr Eiweiß in den Schweiß über. So fand Leube[3]) bis zu 0,023% nach heißen Bädern, bei Morb. Brightii und nach Pilokarpingebrauch. — Beim Pferde wurden bei starker Schweißsekretion sogar sehr erhebliche Mengen gefunden (Leclerc[4]), Smith[5]). Nach diesen Forschern findet man im Pferdeschweiß regelmäßig Eiweißkörper, und zwar Serumalbumin und Globulin.

1) Malys Jahresber. 22.
2) Physiolog. Chemie, Jena 1893.
3) Virchows Arch. 48 u. 50. Arch. f. klin. Med. 7.
4) Compt. rend. 107.
5) Journ. of Physiolog. 11.

Ich habe gelegentlich einige wenige Schweißproben auf Eiweiß untersuchen können, und zwar nur qualitativ, da zu quantitativen Bestimmungen die Schweißmengen zu gering waren. Welche Schweiße untersucht wurden, findet man in der Generaltabelle (S 6). Bei acht Untersuchungen mit der Kochprobe und der Ferrozyankali-Essigsäureprobe fand ich nur zweimal Spuren von Eiweiß. Die Sekretion war gar nicht profus, dagegen war die Hautpartie, von der Schweiß gesammelt wurde, lokal sehr stark erhitzt worden.

Die Azidität.

Die Frage nach der Reaktion des Schweißes hat unter den Autoren ziemlich große Meinungsverschiedenheiten hervorgerufen. Die meisten geben eine saure Reaktion an. Camerer[1]) fand die Reaktion des menschlichen Schweißes in einigen Fällen sauer, in andern alkalisch. Moriggia[2]) fand den Schweiß der Pflanzenfresser gewöhnlich alkalisch, den der Fleischfresser dagegen meistens sauer. Nach Smith[3]) reagiert der Pferdeschweiß stark alkalisch. Bei länger dauernden Schwitzversuchen fand Favre[4]) die zuerst sezernierten Mengen sauer, die später folgenden alkalisch. Dasselbe gibt Heuß[5]) an. Trümpy und Luchsinger[6]) untersuchten den Schweiß der Vola manus des Menschen. Hier sind nur Knäueldrüsen und keine Hauttalgdrüsen. Sie machten eine subkutane Pilokarpininjektion und erhielten alsbald einige Schweißtropfen, die nach 1 bis 7 Minuten mit Lackmuspapier alkalisch reagierten. Auch bei Nervenreizung erhielten sie an der Katzenpfote immer alkalische Schweißtropfen.

Auf Grund der Resultate von Favre, die ich übrigens bestätigen kann (siehe S. 32), und der eigenen, daß nämlich an der von Hauttalgdrüsen freien Vola manus alkalischer Schweiß er-

1) l. c.
2) Moleschotts Unters. zur Naturlehre 11.
3) l. c.
4) Compt. rend. 35.
5) Monatshefte für prakt. Dermatologie Bd. 14, Nr. 9, 10 u. 12.
6) Pflügers Arch. 18.

halten wurde, nahmen Trümpy und Luchsinger an, daß die physiologische Reaktion des menschlichen Schweißes die alkalische sei, und daß eine saure nur von Beimengung des Fettsäuren enthaltenden Hauttalges herrühre, eine Ansicht, die allgemein angenommen wurde.

Auch ich habe den Schweiß der Vola manus untersucht: Nachdem diese gründlich mit $\frac{N}{100}$ Natronlauge, Alkohol und Äther gereinigt war, wurde ein Streifen blauen Lackmuspapieres daraufgelegt, dieses mit Pergamentpapier bedeckt und dann die Hand mit einem Tuch fest verbunden. Danach begab sich die Versuchsperson in einen Raum mit etwa 36° C 50% r. F. Nach etwa 10 Minuten war die Haut mit Schweißtropfen bedeckt, die Person verließ den heißen Raum, und der Verband wurde gelöst. Es zeigte sich nun bei mir und zwei anderen Personen, daß das Lackmuspapier gerötet war. Und diese Rötung war konstant noch nach einer Woche zu sehen. Kohlensäure konnte also nicht die Ursache dieser Rötung sein. Dieses Experiment konnte leicht wiederholt werden.

Aus diesem Versuch geht klar hervor, daß eine saure Reaktion des Schweißes nicht unbedingt von einer Beimengung von Hauttalg herrühren muß, und daß physiologischerweise das nur von den Knäueldrüsen stammende Sekret auch sauer reagieren kann.

Schon früher habe ich die Reaktion des Schweißes vielfach untersucht und sie fast immer sauer, selten einmal neutral gefunden. Die Untersuchung geschah mit Lackmuspapier und erstreckte sich noch auf acht andere Personen (siehe dieses Archiv Bd. 73, S. 301).

Folgende Angaben könnten nun eventuell zu einer Erklärung der Widersprüche in der Literatur herangezogen werden.

Wie ich schon in meiner ersten Publikation mitteilte, ist der Schweiß verschiedener Hautpartien auch verschieden sauer. Am sauersten ist der des Armes, dann folgt der des Gesichtes und dann fast konstant neutral der des Unterschenkels.

Durch titrimetrische Untersuchung vieler Schweißproben — was man leider in der Literatur nicht findet — habe ich den Grad der Azidität näher bestimmt. Der Schweiß wurde mit $\frac{N}{100}$ Natronlauge und Phenolphthalein als Indikator titriert. Aus den erhaltenen Zahlen ergibt sich eine zweifellose Beziehung erstens zur Temperatur und zweitens zur Sekretionsgeschwindigkeit, wie man aus den Tab. XIV, XV, XVI und den Kurven Fig. 5

Tabelle XIV.

Am bekleideten Körper.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm		
					Azidität	
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	absolut	im Mittel
	°C	%	°C	ccm		
22. II. 1911	42	50	13,0	2,8	1 ccm = 0,26 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH	0,26
9. XII. 1909	31	80,7		10,2	0,43	0,93
8. VI 1912	32	55		3,3	1,43	
28. II. 1910	36,5	55		7,0	0,73	0,91
28. VII. 1911	38	50		6,5	1,08	
24. VII.	40	50		7,7	2,00	1,44
26. VII.	40	50		8,5	0,88	
1. VI.	19	70	50	4,8	2,30	2,30

Tab. XV.

Am unbekleideten Körper.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm		
					Azidität	
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	absolut	im Mittel
	°C	°C	°C	ccm		
19. VI. 1912	40,5	50	19	4,3	1 ccm = 0,20 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH	0,20
21. VI.	27,5	62		1,7	0,70	0,70
10. VI.	39	50		3,7	0,83	
11. VI.	39	50		3,5	0,79	
12. VI.	39	50		3,0	0,75	
13. VI.	39	50		2,9	0,77	0,83
14. VI.	39	50		2,6	0,83	
15. VI.	39	50		1,7	0,71	
24. VI.	39	52		1,8	1,16	
28. VI.	39,3	50	46	2,0	1,80	1,80
17. VI.	27,5	57	51	2,0	2,50	
20. VI.	27,5	60	51	4,2	2,70	2,13
18. VI.	28,5	61	51	3,9	1,20	

Tab. XVI.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß am linken Arm		
				Menge	Azidität	
	Temp.	r. F.	Temp.		absolut	im Mittel
	° C	%	° C	ccm		
9. XII. 1909	31	80,7		10,2	1 ccm = 0,43 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH	0,43
8. VI. 1912	32	55		3,3	1,43	1,43
26. VII. 1911	40	50		8,5	0,88	0,88
24. VII.	40	50		7,7	2,00	2,00
10. VI. 1912	39	50			0,83	
11. VI.	39	50		im Mittel	0,79	0,79
12. VI.	39	50		3,3	0,75	
13. VI.	39	50			0,77	
14. VI.	39	50			0,83	
15. VI.	39	50		im Mittel	0,71	0,90
24. VI.	39	52		2,0	1,16	

und 6 ersehen kann. Es kommt vor allem auf die Temperatur an, welcher die zu untersuchende Hautpartie ausgesetzt wird.

Man sieht, daß der Schweiß um so saurer wird, je höher die Temperatur ist, und daß bei gleicher Temperatur die Azidität stärker ist bei geringer und schwächer bei großer Sekretionsgeschwindigkeit.

Beziehung der Azidität zur Temperatur.

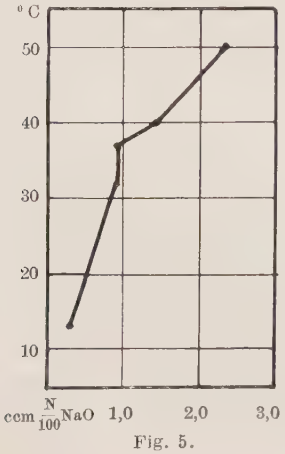


Fig. 5.

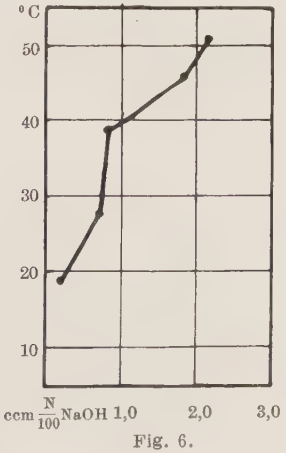


Fig. 6.

Die Versuche, welche oben angeführt sind, dauerten teils eine Stunde, teils 20 Minuten. Die Zahlen der letzten Tab. XVI beziehen sich teilweise auf den nackten, teilweise auf den bekleideten Körper. Alles Nähere ist aus der Generaltabelle zu ersehen.

Zu beachten ist noch folgendes: In der ersten Arbeit habe ich die Angabe gemacht (S. 30), daß ich, so oft ich es versuchte, beim Erhitzen von gesammeltem Schweiß die Reaktion saurer werden sah. Diesen Vorgang hatte ich damals nicht titrimetrisch verfolgt. Bei meinen neuesten Versuchen habe ich diese Angabe nun durch Titration kontrolliert und nicht mehr bestätigen können. Allerdings habe ich nie wieder so schwach saure, teilweise fast neutrale Schweiße wie damals erhalten.

Die Versuchsdauer.

Um den Einfluß der Versuchsdauer auf die Drüsentätigkeit zu untersuchen, begab ich mich wieder in den stark geheizten Schwitzraum, wo ich möglichst lang aushielt. Den Schweiß (des linken Armes) sammelte ich wieder in dem besprochenen Glaszylinder. Alle 20 Minuten wurden die erhaltenen Mengen mit einer durch einen Gummischlauch verlängerten Pipette abgezogen und in Gläschen mit gut eingeschliffenem Stopfen eingefüllt.

Die erhaltenen Mengen wurden dann nach dem Versuch im Laboratorium gewogen. Dabei wurde, da ja im Glaszylinder immer etwas Flüssigkeit zurückbleibt, der zuerst erhaltenen Portion ein geringer Betrag zugezählt und von der letzten derselbe Betrag abgezogen. Die in der Tabelle notierten Werte sind also alle korrigiert.

Tab. XVII.

12. III. 1910. Temp. 36° C; r. F. 60%.

Zeit	Schweiß vom linken Arm				
	Menge	Spez. Gew.	Kochsalz	Stickstoff	Azidität
	ccm		%	%	
3^{00}	0				
3^{30}	2,0		0,12		
4^{00}	1,7		0,15		
4^{30}	0,0				

Tab. XVIII.

24. VII. 1911. Temp. 40° C; r. F. 50%.

Zeit	Schweiß vom linken Arm				
	Menge	Spez. Gew.	Kochsalz	Stickstoff	Azidität
	ccm		%	%	
4^{05}					
4^{25}	7,7		0,09	0,21	1 ccm = 2,0 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH
4^{45}	13,5		0,16	0,12	1,4
5^{05}	14,4		0,22	0,11	1,0
5^{25}	14,6		0,25	0,10	0,6
5^{45}	14,2		0,28	0,09	0,5
6^{05}	13,9		0,30	0,08	0,3

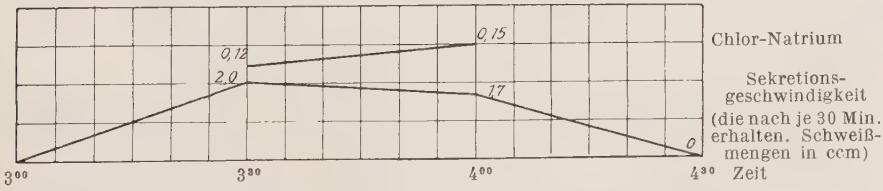
Tab. XIX.

28. VII. 1911. Temp. 38° C; r. F. 50%.

Zeit	Schweiß vom linken Arm				
	Menge	Spez. Gew.	Kochsalz	Stickstoff	Azidität
	ccm		%	%	
2^{20}	0,0				
2^{40}	6,5	1,0030	0,09		1 ccm = 1,1 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH
3^{00}	9,8	1,0026	0,10		0,8
3^{20}	8,4	1,0023	0,11		0,5
3^{40}	7,3	1,0022	0,11		0,4
4^{00}	6,0	1,0019	0,10		0,3
4^{20}	6,7	1,0018	0,13		0,2
4^{40}	4,7	1,0023	0,12		0,15
5^{00}	4,3	1,0021	0,14		0,10

In den erhaltenen Schweißmengen wurde dann das Kochsalz, der Stickstoff, die Azidität und das spezifische Gewicht bestimmt.

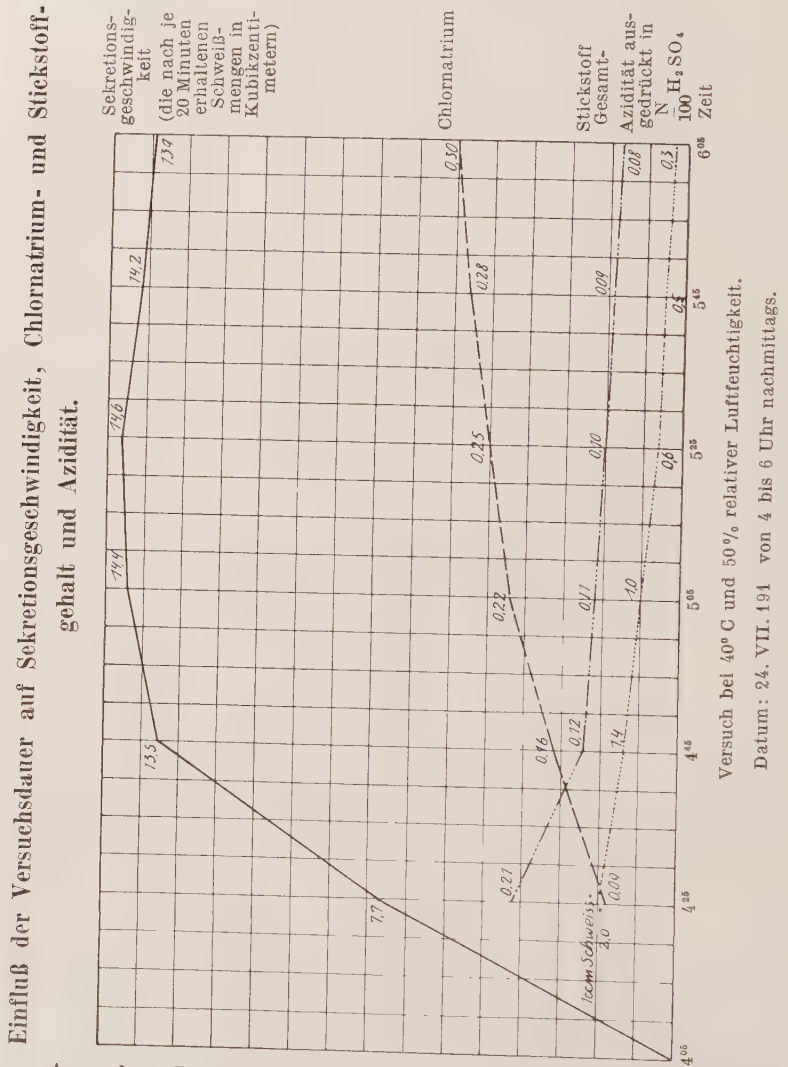
Einfluß der Versuchsdauer auf Sekretionsgeschwindigkeit, Chlor-Natriumgehalt, Azidität und spez. Gewicht.



Versuch bei 36° C und 60% rel. Luftfeuchtigkeit.
Datum: 12. III. 1910 von 3^{00} bis 4^{30} nachmittags.

Fig. 7.

Die Kurven Fig. 7, 8 und 9 geben den Befund meiner Versuche in anschaulicher Weise wieder. Die Angaben gelten für den bekleideten Körper.



Aus den Tabellen und Kurven kann man etwa folgendes entnehmen:

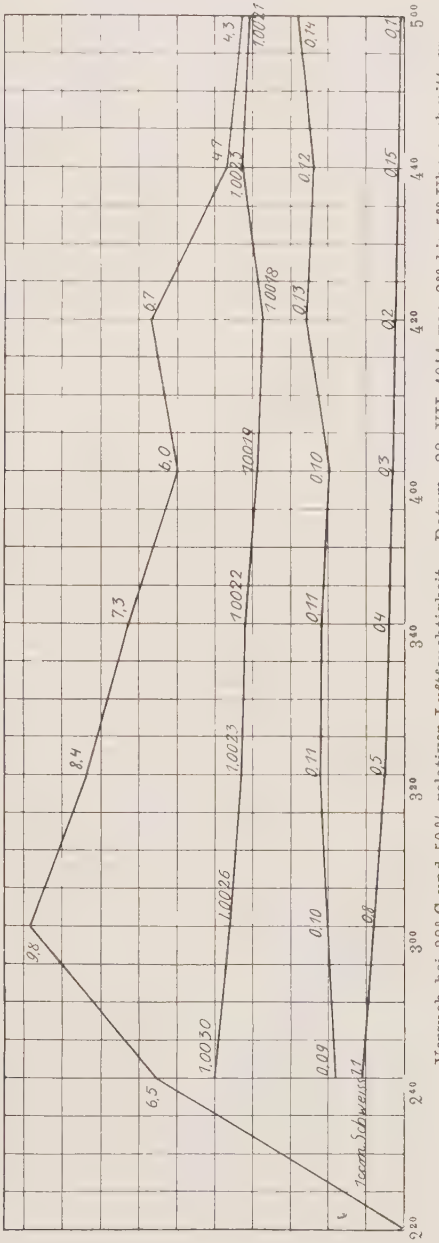
Bei längerer Einwirkung desselben Reizes erreicht die Sekretionsgeschwindigkeit ein

Maximum, von dem aus sie wieder abnimmt. Dieses Maximum wird um so eher erreicht, je geringer der Reiz ist.

Das Maximum wurde beobachtet
bei 36° C; 60% r. F. nach 30 Minuten,
bei 38° C; 50% r. F. nach 40 Minuten,
bei 40° C; 50% r. F. nach 80 Minuten.

Praktisch wichtig ist noch folgendes: bei 36° C; 60 %r. F. erhält man in den ersten 30 Minuten nur den 1,9ten Teil der Stundenmenge, bei 38° C; 50% r. F. in 20 Minuten den 3,8ten Teil. Bei 40° C; 50% r. F. erhält man nur den 4,6ten Teil der Stundenmenge in den ersten 20 Minuten.

Nach dieser Ausrechnung sind Versuche dieser Arbeit,



Versuch bei 38° C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit. Datum: 28. VII. 1911 von 2²⁰ bis 5⁰⁰ Uhr nachmittags.

Fig. 4.

welche ungleich lang dauerten, umgerechnet worden, wenn sie verglichen werden sollten.

Ferner sieht man:

Das spezifische Gewicht nimmt langsam ab.

Der Kochsalzgehalt nimmt konstant zu, und zwar scheinbar um so rascher, je größer der die Haut treffende Reiz bzw. die Sekretionsgeschwindigkeit ist.

Der Stickstoffgehalt dagegen nimmt langsam ab

Desgleichen nimmt die Azidität allmählich ab, so daß man schließlich nach etwa drei Stunden einen fast neutralen Schweiß erhält. Es läßt sich vermuten, daß man bei noch längerer Versuchsdauer schließlich einen alkalischen Schweiß erhalten hätte. Dafür spricht besonders ein Versuch von Favre[1]): Er sammelte den Schweiß eines erwachsenen Mannes bei 40 bis 45° R in einer untergestellten Zinkwanne und erhielt im Verlaufe von 1½ Stunden 2500 ccm Schweiß. Die zuerst sezernierte Flüssigkeit besaß eine saure Reaktion. Mit der allmählich profuser werdenden Sekretion wurde der Schweiß deutlich alkalisch. Ähnliches fand Heuß[2]). Literaturangaben, die sich speziell auf eine Untersuchung des Einflusses der Versuchsdauer auf die Schweißsekretion usw. beziehen, habe ich nicht finden können.

Das Lokalbad.

E. Cramer[3]) machte 1890 an sich und einem Geisteskranken eine Anzahl Schwitzversuche und bestimmte den Kochsalzgehalt des Schweißes als Grundlage zu einer kleidungshygienischen Untersuchung. Dabei warf er — wohl als erster — die Frage auf, »ob die Schweißbildung die Folge der lokalen Temperaturerhöhung eines einzelnen Gliedes ist, oder ob sie nicht vielmehr vom Zustande des gesamten Körpers abhängt und zentral beeinflußt wird

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.

Um dies zu entscheiden, stellte Cramer einige Versuche an sich an und erhitzte dabei den einen in einem Gummibeutel steckenden Arm im Wasserbad von etwa 40 bis 50°, was er passend als Lokalbad bezeichnet. Er erhielt so sehr wenig Schweiß mit sehr hohem Kochsalzgehalt. Außerdem machte er aber auch einen Schwitzversuch im Vollbad, wo also der ganze Körper erhitzt wurde. Hier erhielt er nun eine große Schweißmenge vom Arm mit niederem Salzgehalt.

Bei Beurteilung seiner Versuche zog er nun den richtigen Schluß, was die Sekretion von Wasser und also die Wärmeregulation betrifft, indem er folgert, »daß die Schweißbildung nicht Folge einer lokalen Temperaturerhöhung der Haut eines einzigen Gliedes, sondern die Funktion des gesamten sich in zu hoch temperierter Umgebung befindlichen Körpers ist«.

Über den enormen Unterschied im Kochsalzgehalt seiner eigenen Versuche sagt er aber gar nichts.

Ich schloß schon früher aus seinen Versuchen, daß es sich hier um zwei ganz verschiedene Vorgänge handeln müsse, und man nicht daraus den Schluß ziehen dürfe, mit der Sekretionsgeschwindigkeit nehme der Kochsalzgehalt ab[1]). Jedoch verfügte ich damals nur über einen eigenen Versuch und konnte weiter nichts zur Lösung dieser Frage beitragen.

Unter meinen neuesten Versuchen beschäftigt sich nun aber eine ziemliche Anzahl mit diesen Verhältnissen, so daß ich mich jetzt näher darüber aussprechen kann.

Wir unterscheiden zweckmäßig ein erwärmendes und ein abkühlendes Lokalbad.

---

1) Diesen Schluß brachte R. Metzner in dem Kapitel über Schweiß in Nagels Handb. d. Physiologie 1906, kam jedoch bald danach durch Literaturstudien — wie mir Prof. Metzner selbst mitteilt — zu einer gegenteiligen Anschauung. In dem Lehrbuche von Zuntz-Löwy schreibt er S. 598: »Der »insensible« Schweiß hat eine sehr geringe Cl-Na-Konzentration (ca. 0,06%), jedoch bei starkem Schwitzen steigt sie rasch bis auf das Fünffache und mehr.« Leider war mir diese Literaturstelle nicht bekannt, so daß ich noch in meiner vorigen Arbeit (Arch. f. Hyg. Bd. 73, S. 300) die erste Ansicht Metzners anführte.

Erwärmendes Lokalbad.

Zunächst lasse ich die hierher gehörenden Versuche von Cramer folgen:

Tabelle XX.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom rechten Arm in 1 Std.	
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz
	°R		°R	ccm	%
	24		49—45	2,1	0,62
	30		37—40	2,7	0,30
	30		47—40	7,1	0,40

Diese Versuche gelten wahrscheinlich für den bekleideten Körper.

Als ich diese Versuche nachprüfte, erhielt ich ganz ähnliche Resultate. Ich steckte den linken mit dem Glaszylinder versehenen Arm in einen langen mit Wasser hoch gefüllten Dampftopf, der mit einem Bunsenbrenner beliebig erwärmt werden konnte. Die Temperatur der umgebenden Luft war im allgemeinen Zimmertemperatur.

Wenn ich nun überhaupt Schweiß erhielt, so trat er am ganzen Körper auf. Niemals beobachtete ich nur am Arm Schweiß.

Ich lasse nun meine Versuche folgen; zuerst drei bei nacktem Körper:

Tabelle XXI.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm in 1 Std.		
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz	Stickstoff
	°C	%	°C		%	
17. VI. 1912	27,5	57	51	2,0	0,43	
18. VI.	28,5	61	51	3,9	0,26	
20. VI.	27,5	60	51	4,2	0,32	

Die nächsten Versuche stammen vom bekleideten Körper (Tab. XXII).

Im Verhältnis zu den bisher mitgeteilten Versuchen, bei denen auf die gewöhnliche Weise Sekretion hervorgerufen wurde (also

Tabelle XXII.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm in 1 Std.		
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz	Stickstoff
	° C	%	° C		%	%
22. III. 1910	24	50	50	2,3	0,39	
15. XII.	20	50	51	2,4	0,53	0,22
29. XI.	20	45	54	2,5	0,59	0,33
2. XII.	21	43	53	3,7	0,43	0,17
1. VI. 1911.	19	70	50	4,8	0,36	0,26
17. II.	24	60	52	7,9	0,36	0,15
18. XI. 1910	19	45	50	10,1	0,38	0,11
16. XII.	29	50	50	15,3	0,27	0,05

durch Erwärmung des ganzen Körpers), ist hier vor allem sehr auffallend der enorm hohe Kochsalz- und Stickstoffgehalt. Auch das spezifische Gewicht dieser Schweiße (siehe Generaltabelle) von im Mittel 1,0100 ist höher als das spezifische Gewicht der gewöhnlichen Versuche von 1,0046.

Noch auffallender werden diese Zahlen, wenn man im kühlen Raum sitzend gleichzeitig Schweiß vom linken und rechten Arm sammelt, dabei den linken Arm allein im Lokalbad erwärmt (Tab. XXIII).

Die Zahlen der Tab. XXII und XXIII sind in den Kurven Fig. 10 und 11 graphisch dargestellt. Besonders bemerkt sei noch, daß die Schweißmengen in Fig. 11 rechts um 9,63% kleiner sind als in der Tab. XXIII (warum? siehe S. 5).

Tab. XXIII.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm in 1 Std.			Schweiß vom rechten Arm in 1 Std.		
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz	Stickstoff	Menge	Kochsalz	Stickstoff
	° C	%	°	ccm	%	%	ccm	%	%
15. XII. 1910	20	50	51,5	2,4	0,53	0,22	4,5	0,08	0,13
16. XII.	29	50	50	15,3	0,27	0,05	12,4	0,12	0,08
1. VI. 1911	19	70	50	4,8	0,36	0,26	5,6	0,07	0,17

Erwärmendes Lokalbad.

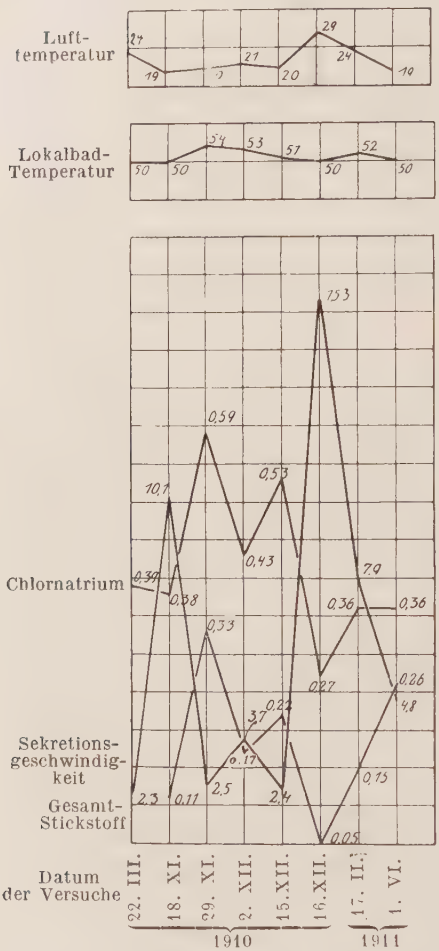


Fig. 10.

Erwärmendes Lokalbad.

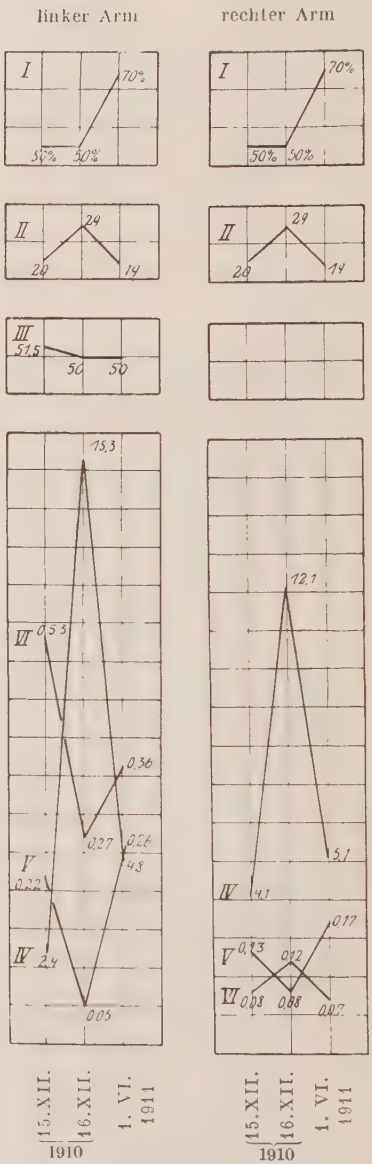


Fig. 11.

Zu Fig. 11

I. Relative Luftfeuchtigkeit in Prozenten
II. Lufttemperatur in Celsiusgraden
III. Temperatur des Wasserbades in Celsiusgraden
IV. Schweißmengen in Kubikzentimetern
V. Gesamt-Stickstoff in Prozenten
VI. Chlor-Natrium in Prozenten

Auch die Berechnung der absolut ausgeschiedenen Salzmengen ergibt dasselbe.

Aus den Zahlen der sieben ersten einstündigen Versuche der Tab. II (Generaltabelle) ergibt sich, daß bei gewöhnlichen Schwitzversuchen von einer Stunde Dauer vom linken Arm etwa 0,008 g NaCl ausgeschieden wurden.

Aus der Tab. XXII berechnet sich dagegen, daß beim erwärmenden Lokalbad 0,0250 g Kochsalz ausgeschieden wurden in einer Stunde.

Es kann sich also hier nicht etwa darum handeln, daß infolge der Wärmewirkung die Drüsen in ihrer wasserausscheidenden Funktion gelähmt wurden, während die Salzausscheidung ungestört bleibt, so daß hierdurch der prozentuale Kochsalzgehalt gestiegen wäre.

Ich ziehe vielmehr aus diesen Befunden einfach den Schluß, daß bei der Schweißsekretion die Ausscheidung der Salze sehr wesentlich von der Hauttemperatur beeinflußt werde.

Wenn aber dieser Schluß richtig war, dann mußte auch das Umgekehrte gelingen: durch Abkühlung des Armes mußte sich die Salzausscheidung zurückhalten lassen.

Das ist nun auch in der Tat der Fall, wie die nächste Tabelle zeigt. Wir betrachten also jetzt

Das abkühlende Lokalbad.

Die Anordnung ist prinzipiell dieselbe wie beim erwärmenden Lokalbad, nur wurde jetzt der im Glaszylinder steckende linke Arm in kaltem Wasser abgekühlt. Dagegen war die Temperatur der Luft, welche den Körper umgab, sehr hoch, zum Teil über 40° C. Der Körper war bekleidet.

Auch hier ist vom linken und rechten Arm der Schweiß gesammelt worden. Man vergleiche die Tab. XXIV.

Absolut ist hier in 20 Minuten ausgeschieden worden 0,0012 g Kochsalz und 0,0032 g Stickstoff. Dagegen berechnet sich aus

Tab. XXIV.

Datum	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm in 20 Min.			Schweiß vom rechten Arm in 20 Min.		
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz	Stickstoff	Menge	Kochsalz	Stickstoff
	°	%	°	ccm	%	%	ccm	%	%
5. XII. 1910	40	50	13	3,1	0,03	0,09			
10. XII.	41	50	14,5	4,1	0,04	0,06	3,6	0,14	0,09
21. I. 1911	45	50	3,0	3,9	0,03	0,05	3,8	0,15	0,10
23. I.	45	50	5,0	5,2	0,04	0,03	6,5	0,20	0,04
16. II.	44	40	14	5,0	0,03	0,06	5,7	0,13	0,09
22. II.	42	50	13	2,8	0,03	0,18	1,2	0,07	0,25

Abkühlendes Lokalbad.

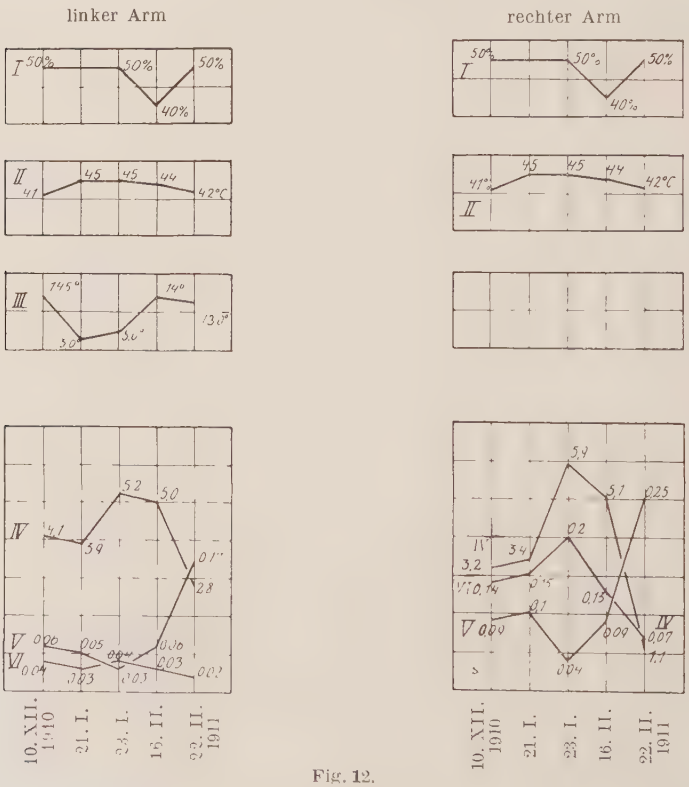


Fig. 12.

I. Relative Luftfeuchtigkeit i. Prozenten
II. Lufttemperatur in Celsiusgraden
III. Temperatur des Wasserbades in Celsiusgraden
IV. Schweißmengen in Kubikzentimetern
V. Gesamtstickstoff in Prozenten
VI. Chlornatrium in Prozenten

Tab. IX und XI bei gewöhnlichem Schwitzversuch die absolute Menge von 0,0066 g NaCl und 0,0039 g N in 20 Minuten.

Man sieht, daß in der Tat von dem abgekühlten Arm ein außerordentlich salzarmer Schweiß geliefert wird, während der rechte Arm einen solchen mit mittlerem Salzgehalt liefert, wie es der Lufttemperatur und der Sekretionsgeschwindigkeit entspricht.

Auch diese Zahlen sind in Fig. 12 graphisch dargestellt.

Nun hat Cramer auch solche Versuche, und zwar an dem Geisteskranken, gemacht: „Ich will hier gleich noch zwei Versuche an einer andern Person M. einschalten, aus welchen hervorgeht, daß auch das Umgekehrte der Fall ist, daß, wenn einmal Schweißsekretion eingetreten ist, selbst eine lokale, nicht zu hochgradige Abkühlung eines einzelnen Gliedes nicht imstande ist, die durch den Gesamtzustand des Körpers hervorgerufene Schweißbildung zu hemmen."

Tabelle XXV.

Datum	Versuchsdauer	Vollbad	Lokalbad	Schweiß vom Arm	
		Temp.	Temp.	Menge	Kochsalz
	Min.	° R	° R	ccm	%
18. X. 1888	45	31	20		
19. X.	30	31	20		
30. V.	30	33—34	28	15,2	0,23
31. V.	30	31,5—33	28	19,0	0,20

(Sonst liefert der Arm des M. während eines Vollbades von 32 bis 36° R und ½ Stunde Dauer etwa 28,8 ccm Schweiß mit 0,36% Kochsalz.)

Auch hier trifft er mit seiner Deutung der Wassersekretion wieder ganz das richtige, aber wieder sagt er gar nichts über die Differenzen im Salzgehalt.

Man sieht hier deutlich, daß die, wenn auch geringe Abkühlung des Armes einmal die Sekretionsgeschwindigkeit herabsetzt, dann aber auch den Salzgehalt vermindert hat. Daß Cramer hierbei nicht so geringe Salzmengen fand, wie ich, liegt an der wesentlich höheren Temperatur des Lokalbades.

Nach diesen Erfahrungen müssen wir uns also vorstellen, daß nicht nur die Sekretionsgeschwindigkeit sondern auch die Hauttemperatur die Ausscheidung der Salze beeinflußt.

Es drängte sich mir nun die Frage auf, ob die Hautdrüsen selbständig auf Erwärmung oder Abkühlung hin die Ausscheidung der Salze besorgen oder ob auch dieser Teil ihrer Funktion vom Zentralnervensystem regiert wird.

Um dies zu untersuchen, machte ich einen Lokalbadversuch, in dem der Arm erwärmt wurde, und dann sofort daran anschließend einen gewöhnlichen Schwitzversuch. Ich ging dabei von folgender Überlegung aus:

Bei Anstellung eines Versuchs mit erwärmendem Lokalbad erhält man manchmal keinen Schweiß. Dies ist dann der Fall, wenn die Lufttemperatur und die des Lokalbades zusammen nicht genügen, eine beträchtlichere Wärmestauung und hierdurch Schweißsekretion herbeizuführen. Solche Versuche sind die vom 14. XI., 28. XI. 1910, 28. VI. 1912 der Generaltabelle. Bei einem solchen Versuch wird nun aber die Haut recht bedeutend erwärmt. Wenn auch die Drüsen kein Wasser lieferten, so war es doch nicht ausgeschlossen, daß sie Salze ausgeschieden hätten, welche zwar nicht auf der Haut sichtbar, aber doch in ihr, in den Drüsen aufgespeichert wären; natürlich wäre dies nur bei einer vom Zentralnervensystem unabhängigen Funktion. Gesetzt aber, der Versuch wäre so weit gelungen, wir hätten keine Flüssigkeit erhalten, aber die Salze hätten sich in der Haut infolge der lokalen Erwärmung aufgespeichert. Dann müßte es möglich sein, das aufgespeicherte Salz aus der Haut herauszubringen, und zwar durch einen einfachen sofort folgenden Schwitzversuch, bei welchem der sich bildende Schweiß das aufgespeicherte Salz auflösen müßte. Der Schweiß, der also bei dem zweiten Schwitzversuch ausgeschieden würde, müßte auffallend salzig sein.

Den Ausfall dieses Doppelversuches zeigen die folgenden Daten:

Tabelle XXVI.

Versuch vom 28. VI. 1912. Körper unbekleidet.

Zeit	Luft		Lokalbad	Schweiß vom linken Arm in 1 Stunde		
	Temp.	r. F.	Temp.	Menge	Kochsalz	Stickstoff
4^{10}—5^{10}	20° C	93 %	46° C	Keinen Schweiß erhalten		

Tabelle XXVII.

Darnach sofort folgender Versuch:

Zeit	Luft		Schweiß vom linken Arm in 20 Min.			
	Temp.	r. F.	Menge	Azidität	Kochsalz	Stickstoff
5^{10}—5^{30}	39,3° C	50 %	2,0 ccm	1 ccm = 1,8 ccm $\frac{N}{100}$ NaOH	0,03 %	

Was zeigt sich nun?

Es wurde im zweiten Versuch ein ganz geringer Kochsalzgehalt erhalten, der vollkommen zu der geringen Sekretionsgeschwindigkeit paßt.

Dieser Versuch beweist also deutlich, daß die Hautdrüsen Salze nicht ausgeschieden haben während des ersten Versuchs und daß also auch die Sekretionsart, bei der hauptsächlich Salze ausgeschieden werden, vom Zentralnervensystem beherrscht wird.

Die Sekretionsgeschwindigkeit beim Lokalbad.

Es erübrigt sich jetzt noch, die Mengenverhältnisse des sezernierten Wassers etwas näher zu betrachten, was uns über das Wesen der Lokalbadversuche wertvolle Aufschlüsse bringen kann. Dabei müssen wir auch die Körpertemperatur[1]) berücksichtigen.

Ich habe nun eine ganze Anzahl Versuche mit Messung der Körpertemperatur gemacht, halte es jedoch für überflüssig, alle

1) Die Körpertemperatur wurde mit Maximalthermometer aus praktischen Gründen im Munde gemessen. Selbstverständlich wurden Bewegungen der Zunge etc. vermieden.

Zahlen hier zu veröffentlichen, und möchte mich daher nur auf die Mitteilung von je einem typischen Versuch nebst zugehöriger Kurve beschränken. Wir betrachten zunächst die

Körpertemperatur beim gewöhnlichen Schwitzversuch.

Versuch vom 14. VI. 1912.

Zuerst Aufenthalt unbekleidet in Luft von 18° C:

Körpertemperatur 10^{15} 37,40; 10^{40} 37,45, dann plötzlich Eintreten in den Schwitzraum mit 40° C, 50% r. F.:

Körpertemperatur 10^{40} 37,45; 10^{43} 37,50; 10^{45} 37,50; 10^{47} 37,70; 10^{48} 37,73; 10^{50} 37,95; 10^{52} 37,95; 10^{54} 38,08; 10^{56} 38,10; 10^{58} 38,10; 11^{00} 38,1; 11^{02} 38,12;

dann plötzlich wieder zurück in den kühlen Raum von 19° C. Abtrocknen, dann ruhiges Verhalten:

Körpertemperatur 11^{04} 38,17; 11^{12} 37,96; 11^{18} 37,90; 11^{23} 37,86; 11^{30} 37,90; 11^{35} 37,8; 11^{40} 37,75; Anziehen der Kleider — 11^{45} 37,72; 11^{50} 37,70; 12^{00} 37,52; 12^{10} 37,50; 12^{20} 37,50; 12^{30} 37,60; 12^{45} 37,5° C.

Daraus ist die folgende Temperaturkurve gebildet (Fig. 13).

Es ist also während des Aufenthaltes von 20 Minuten im Schwitzraum die Körpertemperatur um 0,6 bis 0,7° gestiegen.

Im Mittel erhielt ich bei der obigen Temperatur von 40° C. 50% r. F. unbekleidet 2,7 ccm Schweiß.

Daß beim Aufenthalt in heißer Luft die Körpertemperatur steigt, ist eine alte Erfahrung. Rosenthal[1]) hat an Tieren und Stapf[2]) am Menschen unter ähnlichen Verhältnissen dieselbe Erfahrung gemacht.

Betrachten wir nun einmal das Verhalten der Körpertemperatur bei einem weniger energischen Schwitzversuch, z. B. dem

Versuch vom 8. VI. 1912.

Zuerst Aufenthalt bekleidet in Luft von 18° C:

Körpertemperatur 5^{00} 37,80;

dann plötzlich Eintreten in den Schwitzraum mit 32° C, 55% r. F.:

Körpertemperatur 5^{15} 37,80; 5^{45} 38,10; 6^{15} 38,40 (Körper bekleidet).

Hier ist die Körpertemperatur in ½ Stunde nur um 0,3° gestiegen.

Ich erhielt so bei 32° C, 55% r. F. bekleidet in einer Stunde nur 3,3 ccm Schweiß. Daraus berechnet sich für 20 Minuten die geringe Menge von 0,9 ccm Schweiß.

1) Zur Kenntnis der Wärmeregulation bei den warmblütigen Tieren, Erlangen 1872.

2) Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1879, Ergzgsbd.

Körpertemperatur beim totalen Heißluftbad, abkühlenden und erwärmenden Lokalbad.

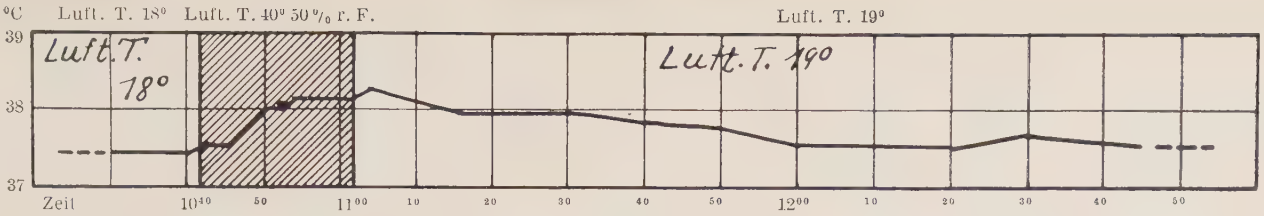


Fig. 13.

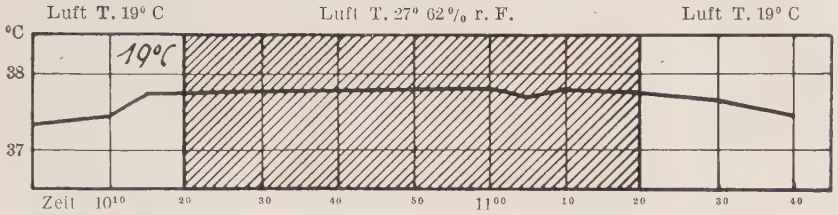


Fig. 14.
Versuch vom 21. VI. 1912.
Totales Heißluftbad.

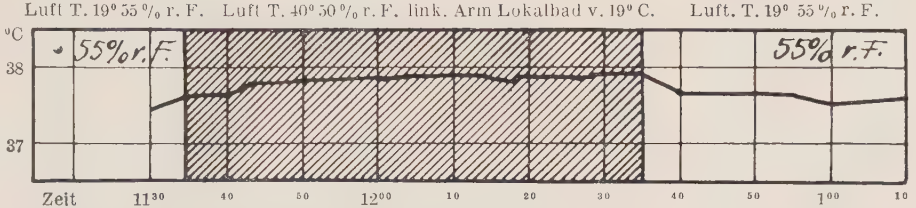


Fig. 15.
Versuch vom 19. VI. 1912.
Abkühlendes Lokalbad.

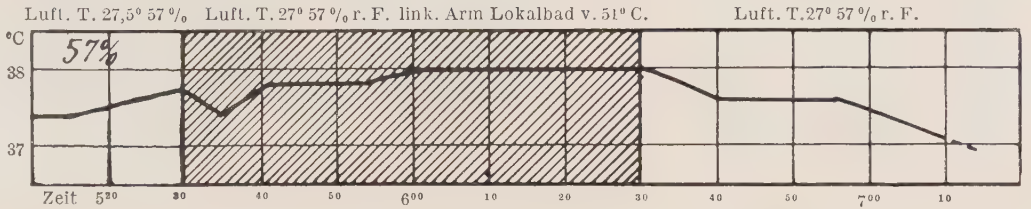


Fig. 16.
Versuch vom 17. VI. 1912.
Erwärmendes
Lokalbad.

Versuch vom 21. VI. 1912.

Zuerst Aufenthalt nackt in Luft von 19° C:

Körpertemperatur 10^{00} 37,38; 10^{05} 37,41; 10^{10} 37,46; 10^{15} 37,73; 10^{20} 37,73;

dann plötzlich Eintreten in den Schwitzraum mit 27,5° C, 62% r. F.:

Körpertemperatur 10^{20} 37,73; 10^{23} 37,75; 10^{33} 37,77; 10^{42} 37,77 etc.

Die Körpertemperatur ist also hier innerhalb von 20 Minuten nicht nennenswert erhöht worden.

(Siehe Fig. 14.)

Ich erhielt so bei 27,5° C, 62% r. F. in einer Stunde nur 1,7 ccm Schweiß. Daraus berechnet sich für 20 Minuten die geringste Menge (von 0,4 ccm) Schweiß.

Offenbar bildet also die erhöhte Körpertemperatur einen Reiz, welcher Schweißsekretion hervorruft, denn je höher hier die Körpertemperatur in der Zeiteinheit stieg, um so mehr Schweiß wurde ausgeschieden. Je mehr Muskelarbeit geleistet wird, um so höher steigt die Körpertemperatur an und um so mehr schwitzt man auch. Genau um dasselbe handelt es sich nun auch bei dem Lokalbad:

Körpertemperatur beim abkühlenden Lokalbad.

Versuch vom 19. VI. 1912.

Zuerst Aufenthalt nackt in Luft von 19° C, 55% r. F.:

Körpertemperatur 11^{30} 37,45; 11^{35} 37,60;

dann plötzlich Eintreten in den Schwitzraum mit 40° C, 50% r. F., Lokalbad von 19° C:

Körpertemperatur 11^{35} 37,6; 11^{38} 37,61; 11^{40} 37,65; 11^{43} 37,75; 11^{45} 37,75; 11^{47} 37,75; 11^{50} 37,80; 11^{53} 37,8; 11^{55} 37,8; 11^{57} 37,8; 12^{00} 37,85; 12^{02} 37,82; 12^{05} 37,88; 12^{07} 37,87; 12^{10} 37,88; 12^{12} 37,88; 12^{15} 37,89; 12^{17} 37,84; 12^{20} 37,89; 12^{23} 37,89; 12^{25} 37,89; 12^{27} 37,85; 12^{30} 37,89; 12^{35} 37,89; dann plötzlich in den kühlen Raum. Abtrockenen, dann ruhiges Verhalten: 12^{40} 37,63; 12^{45} 37,68; 12^{50} 37,68; Anziehen der Kleider; 12^{55} 37,62; 1^{00} 37,52; 1^{10} 37,6.

Die Kurve Fig. 15 stellt diese Zahlen dar.

Unter diesen Bedingungen, also bei 40° C, 50% r. F., Lokalbad von 19° C, erhielt ich in einer Stunde nur 4,3 ccm Schweiß. Daraus berechnet sich für 20 Minuten die Menge von 1,1 ccm Schweiß.

Die Körpertemperatur ist innerhalb 20 Minuten um nur 0,2° gestiegen.

Vergleicht man diesen Versuch mit dem vom 14. VI. S. 42, wo bei 40° C, 50% r. F. und einer Temperatursteigerung von 0,6—0,7° in 20 Minuten 2,7 ccm erhalten wurden, so sieht man, daß das Lokalbad von 19° C eine bedeutende Abkühlung des Körpers bewirkt haben muß.

Körpertemperatur beim erwärmenden Lokalbad.

Versuch vom 17. VI. 1912.

Zuerst Körper nackt in Luft von 27,5° C; r. F. 57%.

Körpertemperatur 4^{50} 37,6; 4^{55} 37,6; 5^{10} 37,4; 5^{15} 37,4; 5^{30} 37,7.

Dann plötzlich Arm in Lokalbad von 51° C. Aufenthalt in demselben Raum.

Körpertemperatur 5^{30} 37,7; 5^{35} 37,4; 5^{40} 37,75; 5^{45} 37,8; 5^{48} 37,8; 5^{50} 37,8; 5^{52} 37,8; 5^{55} 37,82; 6^{00} 37,92; 6^{05} 37,98; 6^{10} 38,0; 6^{15} 38,0; 6^{20} 38,0; 6^{25} 38,0; 6^{30} 38,0.

Dann Arm aus dem Lokalbad, Abtrocknen, dann ruhiger Aufenthalt in demselben Raum 6^{40} 37,6; 6^{45} 37,58; Anziehen der Kleider; 6^{50} 37,58; 6^{55} 37,58; 7^{10} im Raum von 19° C bekleidet 37,05.

Erhalten wurde in einer Stunde 2,00 ccm Schweiß bei 27,5° C, 57% r. F. Lokalbad von 51° C. Es berechnet sich die Menge für 20 Minuten auf 0,5 ccm Schweiß.

Die Körpertemperatur ist in 20 Minuten um 0,1° gestiegen (siehe Fig. 16).

Vergleicht man diesen Versuch mit dem vom 21. VI. S. 316, wo bei 27° C, 62% r. F. ohne Lokalbad die Körpertemperatur innerhalb von 20 Minuten nicht gestiegen ist, so sieht man, daß das Lokalbad von 51° C den gesamten Körper bedeutend erwärmt haben muß.

Jetzt versteht man auch die Schweißmengen verhältnisse. Die Erhöhung der Körpertemperatur bildet offenbar den Hauptreiz für die Schweißsekretion. Da nun beim erwärmenden Lokalbad dem Körper nicht so viel Wärme zugeführt werden kann, wie wenn der ganze Körper erwärmt wird, so erhält man hier geringe Schweißmengen. Diese werden erst dann größer, wenn — wie z. B. bei dem Versuch vom 16. XII. 1910, S. 35 und 6 — die Temperatur der umgebenden Luft höher wird.

Umgekehrt ist es klar, daß man in heißer Luft nicht mehr so stark schwitzt, wenn dem Körper mit dem abkühlenden Lokalbad Wärme entzogen wird.

Die Ab- oder Zufuhr von Wärme wird dem Körper beim Lokalbad wohl wesentlich durch das strömende Blut übermittelt.

Ich habe auch versucht, diese sehr wahrscheinliche Annahme experimentell zu prüfen, indem ich an dem im Lokalbad befindlichen Arm oben eine Stauungsbinde anlegte. Jedoch hielt ich nicht lange genug aus, als daß der Versuch einwandsfrei wäre.

Die Erhöhung der Körpertemperatur (Wärmestauung) kann aber nicht den einzigen Reiz für die Tätigkeit der Schweißdrüsen bilden. Wir müssen nach den Tatsachen, welche uns das Lokalbad lehrt, noch einen zweiten, direkt von der Haut den Hirnzentren übermittelten Reiz annehmen. Auf diesen mehr nebensächlichen Reiz hin scheiden die Drüsen die Salze ab. Hingegen sondern sie das Wasser ab, wenn die Körpertemperatur sich erhöht, was für die Wärmeregulation des Körpers von höchster Bedeutung ist.

Der von der Haut ausgehende Reiz führt erst dann zur Erregung der Drüsen, wenn gleichzeitig Wärmestauung eingetreten ist, wie der Versuch vom 28. VI. 1912, S. 41 zeigt, d. h. wenn die Drüsen Wasser sezernieren.

Die beiden eben genannten Reize dürften allgemein und in Praxis in Betracht kommen.

Außerdem muß mindestens noch eine dritte Art des Reizes, von den psychischen Vorgängen abhängig, gefordert werden, wozu uns der Angstschweiß usw. zwingt, und eine vierte, von der Schleimhaut der Zunge und der Mundhöhle aus durch gewisse scharfe Gewürze usw. auslösbar, in der Gegend rechts und links der Nase zum Schweißausbruch führend.

Schwitzversuche am Arm in Blutleere.

In der älteren Literatur existieren einige Angaben, in denen von filtratorischen Vorgängen bei der Schweißsekretion die Rede ist. Speziell Moriggia[1]) spricht sich in einer kürzeren Unter-

1) Moleschotts Untersuchungen z. Naturlehre 11.

suchung etwa folgendermaßen aus: Der anatomische Bau der Hautknäueldrüsen, die Tatsache, daß Harnstoff im Schweiß ebenso wie im Harn vorkommt, die Konzentration und Reaktion des Schweißes, der Umstand, daß die Hautdrüsen bis zu einem gewissen Grade die Nierenfunktionen übernehmen können usw., spricht dafür, daß wir es bei der Schweißsekretion ebenso wie bei der Harnabsonderung mit einer Filtration aus dem Blut zu tun haben.

Auch ich hatte eine Zeitlang, als ich noch primitivere Vorstellungen über die Herkunft der Körpersäfte hatte, ungefähr dieselbe Ansicht. Und von solchen Vorstellungen ausgehend, fragte ich mich, wie wohl die Sekretion sich gestalten würde, wenn man beim Schwitzversuch am Arm eine Stauungsbinde trüge.

Die Versuche wurden so angestellt, daß, nachdem der Arm in der anfangs beschriebenen Weise gereinigt war, von einem andern Herrn die Gummibinde etwa in Höhe des Deltoideusansatzes angelegt wurde. Entweder wurde der Radialispuls ganz zum Verschwinden gebracht, oder es wurden nur die Venen gestaut, welches auch aus der Vorstellung einer Filtration entspringt. War die Binde angelegt, so betrat ich den Schwitzraum und der qualvolle Versuch begann. Die Versuche sind in Tab. XXVIII und XXIX aufgeführt.

Um die Resultate besser beurteilen zu können, ließ ich bei vier Versuchen je einen gewöhnlichen Schwitzversuch bei derselben

Tabelle XXVIII.

Datum	Luft		Schweiß vom linken Arm in 20 Min.			Bemerkung
	Temp.	r. F.	Menge	Kochsalz	Stickstoff	
	°C	%	ccm	%		
5. XI. 1910	39	50	3,1	0,19		Binde locker (Venöse Stauung)
19. XI.	40	50	2,9	0,15	0,04	
21. XI.	39	50	2,7	0,14	0,07	
12. XI.	41	50	1,6	0,63	0,29	Binde fest (kein Radialpuls)
3. XII.	41	50	0,9	0,54	0,26	
14. II. 1911	45	45	0,2	0,42		Binde sehr fest
20. II.	42	45	0,2	0,26		

Temperatur und Dauer und Luftfeuchtigkeit o h n e Binde am Arm folgen (1½ Stunde danach).

Die absoluten Werte der Tabelle XXVIII sind im Mittel folgende:

Tabelle XXIX.

Datum	Schweiß vom linken Arm			Bemerkung
	Menge	Kochsalz	Stickstoff	
	ccm	g	g	
5. 19. 21. XI. 1910	2,9	0,005	0,002	Binde locker
3. XII. 12. XI.	1,3	0,007	0,003	Binde fest
14. 20. II. 1911	0,2	0,0007		Binde sehr fest

Die zur Kontrolle nachfolgenden gewöhnlichen Versuche wiesen folgende absolute Werte auf:

Tabelle XXX.

Datum	Schweiß vom Arm in 20. Min.			Bemerkung
	Menge	Kochsalz	Stickstoff	
	ccm	g	g	
19. 21. XI. 1910	5,0	0,008	0,003	
3. XII. 12. XI.	7,9	0,017	0,004	
20. II.	7,5	0,011	0,010	vom rechten Arm

Das am meisten Auffallende an den Versuchen mit Stauungsbinde war natürlich die sehr geringe Flüssigkeitsmenge, während die Salze noch reichlich ausgeschieden wurden.

Infolgedessen glaubte ich anfangs, es hätte die Binde aus dem Blut die Flüssigkeit zurückgehalten, also die Filtration erschwert, und der erhaltene sehr salzreiche Schweiß sei das Produkt einer mehr selbständigen Drüsentätigkeit. Auch die geringe Sekretion bei venöser Stauung konnte noch für eine Filtration sprechen, analog gewissen Versuchen an den Nieren, wo a u c h bei Unterbindung der Venen die Harnmenge geringer wird, was man mit der aufgehobenen Durchströmung deutete.

Aber als mich verschiedene Symptome, z. B. das Stechen und Prickeln im Arm und die beginnenden Lähmungserscheinungen, endlich darauf brachten, der nervenschädigenden Wirkung

der Binde mehr Beachtung zu schenken, und als ich dann die Gummibinde besonders fest anlegen ließ, und die weiteren Resultate sah, da kam ich von dem Gedanken, daß die gestörte Zirkulation hier die Hauptrolle spiele, endgültig ab.

Es scheint mir vielmehr bei diesen Versuchen alles dafür zu sprechen, daß als Hauptwirkung die Binde die sekretorischen Nerven geschädigt hat, woraus sich die Resultate erklären:

Wir haben oben bereits gesehen, daß wir zwei offenbar von verschiedenen Zentren und Nerven versorgte Drüsenfunktionen feststellen können: erstens die Sekretion von Wasser und zweitens die Sekretion von Salzen.

Wie wir aus dem Vergleich der Versuche mit Stauungsbinde mit denen ohne eine solche sehen, wird durch die Binde sowohl die Wassersekretion wie die absolute Salzmenge vermindert. Dies ist ein Zeichen dafür, daß beide Sekretionsarten durch Nerven hervorgerufen werden, welche von der Binde allmählich gelähmt werden.

Aus der Tatsache, daß rascher die Wassersekretion und langsamer die Salzsekretion abnimmt, ziehen wir den Schluß, daß die Nerven für die Salzausscheidung widerstandsfähiger sind als die Nerven für die Wasserausscheidung. Analoge Unterschiede in der Empfindlichkeit der Nerven gegen denselben Einfluß sind ja genügend bekannt.

Mit der Frage nach der Bedeutung der Blutzufuhr bei der Schweißsekretion haben sich schon vor mir eine Anzahl Arbeiten befaßt:

Nawrocki[1]) und Adamkiewicz[2]) haben beim Menschen die art. cruralis komprimiert und von der Haut aus den Hüftnerven gereizt. Sie erhielten so trotz behinderter Blutzufuhr Schweiß.

1) Zitiert aus Levy.
2) Zitiert aus Levy.

Max Levy[1]) legte bei Katzen den Schlauch an einem hinteren Unterschenkel an, der andere diente zur Kontrolle. Das betreffende Glied wurde umschnürt, ohne daß es vorher blutleer gemacht wurde. Außerdem hat er Weißblechstücke als Haken in die Haut eingenäht, damit der Schlauch nicht abrutschen konnte. Er gibt an, daß durch den Schlauch die Extremität in eine Zwangsstellung kam. Zur Reizung diente der faradische Strom.

Wenn er Dyspnoe erzeugte, erhielt er Schweiß trotz Blutleere.

Levy glaubt, dies sei ein Zeichen, daß die Konstriktion und der Druck auf die Nerven die Schweißnerven nicht lähmen muß, ebenso wie man dies auch bei motorischen und sensibeln Nerven beobachtet.

Aber ich bin überzeugt, daß, wenn ihm die chemische Untersuchung der Schweißtropfen am Pfotenballen möglich gewesen wäre, er verminderten Salzgehalt festgestellt und auf eine Nervenlähmung geschlossen hätte.

Levys Angaben sind sehr wertvoll, da sie eine gewisse Unabhängigkeit der Schweißsekretion von der Blutzufuhr beweisen. Immerhin scheint aber das Blut als Nährflüssigkeit eine Rolle zu spielen, denn nach Aufhebung der Blutleere schwitzte die Haut um so besser, je länger der Schlauch gelegen hatte (je länger der Schlauch lag, um so stärker muß die sekundäre Hyperämie gewesen sein). Die ernährende Bedeutung des Blutes geht auch aus Luchsingers[2]) Arbeit über den Stensonschen Versuch hervor: die Aorta bei Katzen wurde einige Zentimeter über der Gabelung komprimiert. Es trat schließlich Lähmung der Schweißdrüsen ein, welche auf Reizung des Ischiadicus nicht mehr sezernierten. Je länger nach eingetretener Lähmung die Klemme geschlossen blieb, um so länger dauerte auch die Zeit der Wiedererholung. In 30 Minuten trat Lähmung ein und fünf Minuten danach war keine Erholung mehr möglich. Die Drüsen vertrugen also höchstens 35 Minuten lang die Aufhebung der Blutzufuhr.

1) Z. f. klin. Medizin 21, S. 81 ff. 1892.
2) Hermanns Handb. d. Physiolog. Bd. IV, S. 408.

Levy kann im allgemeinen Luchsingers Angaben bestätigen. Nur sah er noch nach viel längerer Zeit Erholung der Drüsen eintreten.

Man darf aber hier nie vergessen, daß nur als Nährflüssigkeit das Blut eine Rolle spielt und daß nicht etwa direkt vom Blut die Schweißsekretion abhängt. Dies kann noch recht einwandfrei bewiesen werden durch die Feststellung des Sekretionsdruckes.

Der Sekretionsdruck der Schweißdrüsen.

Max Levy-Dorn hat zu der zweifellos unrichtigen Filtrationshypothese noch weitere Gegenbeweise gebracht, indem er versuchte, an den Pfoten lebender Katzen den Druck, unter dem Schweiß ausgeschieden wird, zu bestimmen. Er brachte die Katzenpfoten luftdicht abschließend in Glaszylinder, deren Luft komprimiert wurde, und beobachtete auf Nervenreizung usw. Schweiß, auch wenn der Luftdruck den der großen Gefäße bedeutend überstieg. Den Druck wählte er schließlich bis zu 30 cm Hg.

Ferner zeigte er, daß durch negativen Außendruck ohne sonstige Reizung niemals Schweiß erhalten werden kann.

Auch ich versuchte, den Sekretionsdruck zu bestimmen, wählte aber eine etwas andere Anordnung, da es mir fast unmöglich schien, am Menschen den Levy schen Versuch nachzumachen, ohne daß, da wo der Arm luftdicht an den Zylinder anschließen muß, eine Einschnürung des Armes und dadurch eine Nervenschädigung stattfindet.

Meine Anordnung geht aus Fig. 17 hervor:

Ein Glastrichter *T*, welcher in ein „Zweiwegerohr“ übergeht, wird mittels eines Holzbrettchens *H*, an dem ein dreieckiger Blechbügel *B* befestigt ist und das mit dem Gewicht *P* beschwert wird, auf die Haut des Armes angedrückt. Durch das Gebläse *G* kann der Luftdruck im Trichter erhöht und mit dem Manometer *M* seine Größe bestimmt werden. — Als Gewicht benutzt man zweckmäßig ein Gefäß, das mit Wasser beliebig stark gefüllt werden kann.

Mit Hilfe dieser Vorrichtung gelang es mir, das was Levy-Dorn für die Katze ge-

funden hat, für den Menschen zu bestätigen. Ich konnte allerdings auch nicht die Größe des Sekretionsdruckes direkt bestimmen, da er zu groß ist, sondern ich kann nur sagen, daß er größer ist als 25 cm Hg, also den Druck des Blutes in den betreffenden Gefäßgebieten weit übertrifft[1]).

Um Sekretion hervorzurufen, begab ich mich in den Schwitzraum, in dem eine Temperatur von 40° C und 50% r. F. herrschte.

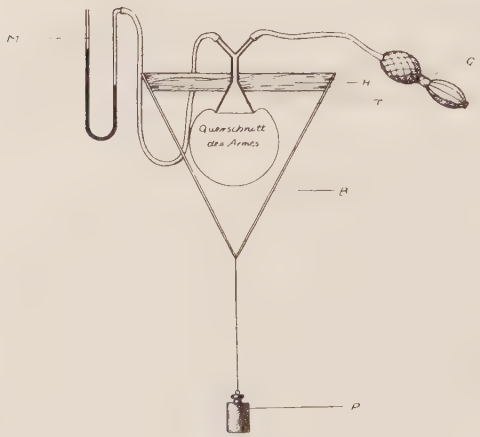


Fig. 17.

Auch wenn nun der Druck = 25 cm Hg war, traten doch noch Schweißtropfen an der Haut unter dem Trichter auf. Dabei war infolge des Druckes die betreffende Hautstelle anämisch. Höher als auf 25 cm Hg konnte ich den Druck nicht bringen, da dann Luft unter dem Trichterrand entweicht. Will man dies aber vermeiden, etwa dadurch, daß man mit einem schwereren Gewicht den Trichter fester anpreßt, so wird die Haut ödematös und der Versuch nicht mehr einwandfrei.

Auch ich konnte niemals von der Haut durch Saugen allein Schweiß erhalten.

Es ist also durch alle meine Versuche, nicht zum mindesten auch durch die Druckmessung, der Beweis gebracht, daß die Schweißsekretion eine echte, von nervöser Erregung abhängige Drüsentätigkeit ist, und ich kann Max Levy nur beistimmen, wenn er sagt, „daß keine einzige Tatsache sich beibringen läßt, welche auch nur mit Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß das Blut die Aufgabe hat, ein Schweiß hervorrufendes Moment zu sein".

1) Mein Blutdruck nach Riva-Rocci an der Brachialis gemessen, schwankt zwischen 12 und 13 cm Hg.

Zusammenfassung.

Fassen wir noch einmal kurz die vorhergehenden Ausführungen zusammen, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

1. Im allgemeinen steigt mit der Temperatur proportional die Schweißsekretion an (bei sonst gleichen Bedingungen).

2. Bei Temperaturen von etwa 40° C, 50% r. F. scheidet der unbekleidete Körper etwa nur halb soviel Schweiß aus wie der bekleidete Körper.

3. Selbst bei den gleichmäßigsten äußeren Bedingungen erhält man stark schwankende Schweißmengen.

4. Bei täglich aufeinanderfolgenden Versuchen unter denselben Versuchsbedingungen nimmt die Sekretionsgeschwindigkeit konstant ab. Es tritt eine Gewöhnung der Drüsen an denselben Reiz ein.

5. Der Kochsalzgehalt des Schweißes nimmt mit der Sekretionsgeschwindigkeit zu.

6. Im Schweiß ist sehr wenig Schwefelsäure, im Mittel wurde gefunden 0,008%.

7. Der Gesamtstickstoff beträgt im Mittel 0,05%. Mit der Sekretionsgeschwindigkeit nimmt der Stickstoffgehalt ab.

8. Wenn der beim totalen Heißluftbad erhaltene Schweiß viel Kochsalz enthielt, so enthielt er weniger Stickstoff und umgekehrt. War viel Stickstoff da, dann war auch mehr Schwefelsäure zur Ausscheidung gekommen, und umgekehrt.

9. Sehr salzreiche Schweiße haben ein hohes, salzarme ein niederes spezifisches Gewicht. Dasselbe ist jedoch ziemlich großen Schwankungen unterworfen. Im Mittel fand ich bei gewöhnlichen Schwitzversuchen 1,0046.

10. Eiweiß ist selten im Schweiß Gesunder, und dann nur in Spuren vorhanden.

11. Auch physiologischerweise kann das nur aus Hautknäueldrüsen stammende Sekret sauer reagieren. Es muß also eine saure Reaktion des Schweißes nicht unbedingt von einer Beimengung von Hauttalg herrühren.

12. Bei gleichem Reiz erreicht bei längerem Einwirken desselben die Sekretionsgeschwindigkeit ein Maximum, von dem aus

sie wieder abnimmt. Dieses Maximum wird um so eher erreicht, je geringer der Reiz ist. Unter den genannten Verhältnissen nimmt das spezifische Gewicht und der Stickstoffgehalt sowie die Azidität langsam ab, der Kochsalzgehalt dagegen nimmt zu.

13. Durch lokales Erwärmen eines einzelnen Körperteiles kann dem Körper Wärme zugeführt, durch Abkühlen Wärme entzogen werden. Werden so hinreichende Wärmemengen zugeführt, so kommt es zur Schweißsekretion, aber nicht nur an dem erwärmten Körperteil, sondern am ganzen Körper.

14. Durch eine solche lokale Erwärmung wird die Ausscheidung von Salzen an der erwärmten Hautpartie ganz erheblich verstärkt; umgekehrt wird durch lokale Abkühlung die Salzausscheidung stark vermindert. Diese von der Hauttemperatur abhängige Salzsekretion erfolgt nur auf zentrale Erregung.

15. Durch Anlegung einer Stauungsbinde an einer Extremität wird beim Schwitzen sowohl die Wasserabscheidung als auch die Salzabscheidung bedeutend herabgesetzt. Dies kommt nicht etwa durch die unterbundene Blutzufuhr, sondern durch allmähliche Lähmung der die Wasser- und die Salzsekretion versorgenden Nerven zustande.

16. Die Schweißdrüsen am Arm des Menschen erzeugen einen sehr starken Sekretionsdruck, der 25 cm Quecksilber übertrifft, also weit höher ist als der Blutdruck in den betreffenden Gefäßgebieten.

Zum Schluß erlaube ich mir, meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann für das Interesse, das er meiner Arbeit jederzeit entgegenbrachte, und die Bereitwilligkeit, mit der er mich in liebenswürdigster Weise jederzeit unterstützte, meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Druckfehlerberichtigung
für Arch. f. Hyg. Bd. 73 S. 275 ff.

In Tabelle III S. 281 muß es heißen statt 20% H_2O: 20% r. F.; statt 50 in derselben Spalte 60.

S. 287 Einfluß der Versuchsdauer muß die Zahl in der 9. Zeile heißen statt 0,7 ccm: 1,7 ccm.

S. 290 in Tabelle III ist die Schweißmenge vom 10. II. 1910 nicht 2,0, sondern 1,6.

Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Arbeit, Carl Kittsteiner, preußischer Staatsangehöriger, ist geboren am 19. Januar 1889 zu Hanau a. M. als Sohn des prakt. Arztes San.-Rat Dr. med. W. Kittsteiner in Hanau und wohnt zurzeit in Heidelberg.

Nach Besuch der Vorschule der Oberrealschule zu Hanau trat er in das dortige humanistische Gymnasium ein und erwarb dort Ostern 1907 das Reifezeugnis. Im April des gleichen Jahres trat er zwecks Ableistung des ersten halben Jahres der Dienstzeit beim 9. Infanterie-Regiment in Würzburg ein und immatrikulierte sich gleichzeitig an der Universität. Er verbrachte seine ganze Studienzeit in Würzburg, nur das Sommersemester 1910 verbrachte er in Kiel. Die ärztliche Prüfung bestand er im Frühjahr 1912 in Würzburg und war dann im Juli und August als Medizinalpraktikant am dortigen Hygienischen Institut tätig. Vom 15. August ab ist er Medizinalpraktikant am akademischen Krankenhause Heidelberg, innere Klinik.

Heidelberg, den 12. November 1912.

Carl Kittsteiner.